

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-012194

(43)Date of publication of application : 13.01.2005

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20

(21)Application number : 2004-151715 (71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 21.05.2004 (72)Inventor : NAGASAKA HIROYUKI

(30)Priority

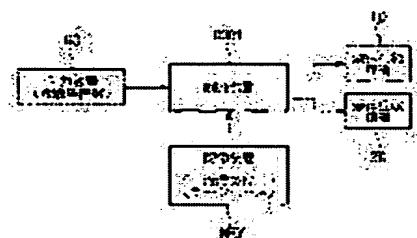
Priority number : 2003146424 Priority date : 23.05.2003 Priority country : JP

(54) EXPOSURE METHOD AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an exposure method by which immersion exposure can be performed smoothly on a plurality of substrates, each of which is provided with a plurality of kinds of photoresist layers.

SOLUTION: At the time of exposing a substrate to a pattern by projecting the image of the pattern upon the substrate through a projection optical system and a liquid, the condition of the liquid immersion performed on the substrate is decided in accordance with a film member formed on the liquid-contacted surface of the substrate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]

In the exposure approach which exposes said substrate by projecting the image of a pattern on a substrate through projection optics and a liquid,

The exposure approach characterized by determining the immersion conditions of said substrate according to the film member formed in the liquid contact surface on said substrate.

[Claim 2]

The exposure approach according to claim 1 characterized by determining said immersion conditions according to compatibility with said liquid of said film member.

[Claim 3]

Said compatibility is the exposure approach according to claim 2 characterized by including the contact angle of said liquid to said film member.

[Claim 4]

Said immersion conditions are the exposure approach of claim 1-3 characterized by including the conditions of supply to said substrate top of said liquid given in any 1 term.

[Claim 5]

Said conditions of supply are the exposure approach according to claim 4 characterized by including the supply location of said liquid.

[Claim 6]

The exposure approach according to claim 5 characterized by adjusting the distance over the projection field of said projection optics of the supply location of said liquid according to said film member.

[Claim 7]

Said immersion conditions are the exposure approach of claim 4-6 characterized by including the amount of supply of said liquid given in any 1 term.

[Claim 8]

Said immersion conditions are the exposure approach of claim 1-7 characterized by including the recovery conditions from said substrate of the liquid for immersion exposure given in any 1 term.

[Claim 9]

Said immersion conditions are the exposure approach according to claim 8 characterized by including the recovery location of said liquid.

[Claim 10]

The exposure approach according to claim 9 characterized by adjusting the distance over the projection field of said projection optics of the recovery location of said liquid according to said film member.

[Claim 11]

Said immersion conditions are the exposure approach of claim 8-10 characterized by including adjustment of the recovery force of said liquid given in any 1 term.

[Claim 12]

Said immersion conditions are the exposure approach of claim 1-11 characterized by including the class of liquid supplied on said substrate given in any 1 term.

[Claim 13]

Said immersion conditions are the exposure approach of claim 1-12 characterized by taking into consideration and determining the migration conditions of said substrate given in any 1 term.

[Claim 14]

The exposure approach of claim 2-12 characterized by determining the exposure conditions of said substrate according to said compatibility given in any 1 term.

[Claim 15]

The exposure conditions of said substrate are the exposure approach according to claim 14 characterized by including the migration conditions of a substrate that said immersion field is formed.

[Claim 16]

Said substrate is the exposure approach according to claim 14 or 15 which scan exposure is carried out, moving to a predetermined scanning direction, and is characterized by determining said scan exposure conditions according to compatibility with said liquid of said film member.

[Claim 17]

The exposure approach according to claim 16 characterized by determining the passing speed of the substrate under said scan exposure according to said compatibility.

[Claim 18]

It is the exposure approach of claim 1-17 characterized by performing said exposure in some immersion fields on said substrate given in any 1 term.

[Claim 19]

The exposure approach of claim 1-18 characterized by inputting the information on the film member currently formed on said substrate in advance of the decision of said immersion conditions given in any 1 term.

[Claim 20]

The device manufacture approach characterized by using the exposure approach of claim 1 - claim 19 given in any 1 term.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[Field of the Invention]

[0001]

This invention relates to the device manufacture approach by projecting the image of a pattern on a substrate through projection optics and a liquid at the exposure approach and list which expose a substrate.

[Background of the Invention]

[0002]

A semiconductor device and a liquid crystal display device are manufactured by the technique of the so-called photolithography which imprints the pattern formed on the mask on a photosensitive substrate. The aligner used at this photolithography process has the mask stage which supports a mask, and the substrate stage which supports a substrate, and it imprints the pattern of a mask to a substrate through projection optics, moving serially on a mask stage and a substrate stage. Since it corresponds to much more high integration of a device pattern in recent years, the further high resolution-ization of projection optics is desired. The resolution of projection optics becomes so high that the numerical aperture of projection optics is so large that the exposure wavelength to be used becomes short. Therefore, exposure wavelength used with an aligner is short-wavelength-ized every year, and the numerical aperture of projection optics is also increasing. And although the exposure wavelength of the current mainstream is 248nm of KrF excimer laser, no less than 193nm of the ArF excimer laser of short wavelength is being put further in practical use. Moreover, in case it exposes, the depth of focus (DOF) as well as resolution becomes important. Resolution R and the depth of focus delta are expressed with the following formulas, respectively.

[0003]

$R = k_1 \text{ and } \lambda / \text{NA} \text{ -- (1)}$

$\Delta = k_2 \text{ and } \lambda / \text{NA}^2 \text{ -- (2)}$

Here, the numerical aperture of projection optics, and k_1 and k_2 is [λ of exposure wavelength and NA] process multipliers. (1) In order to raise resolution R, when exposure wavelength λ is shortened and numerical aperture NA is enlarged from a formula and (2) types, it turns out that the depth of focus delta becomes narrow.

[0004]

When the depth of focus delta becomes narrow too much, it becomes difficult to make a substrate front face agree to the image surface of projection optics, and there is a possibility that the focal margins at the time of exposure actuation may run short. Then, the immersion method which considers as the approach of shortening exposure wavelength substantially and making the depth of focus large, for example, is indicated by the following patent reference 1 is proposed. This immersion method expands the depth of focus by about n times while it improves resolution using filling between the inferior surface of tongue of projection optics, and substrate front faces with liquids, such as water and an organic solvent, and the wavelength of the exposure light in the inside of a liquid being set to $1/n$ in air (n being usually 1.2 to about 1.6 at the refractive index of a liquid).

[Patent reference 1] International public presentation/[99th] No. 49504 pamphlet

[Description of the Invention]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]

[0005]

By the way, although various ingredients are usually used for film members, such as a photoresist layer prepared on the substrate which is a candidate for exposure, or a topcoat layer prepared in the upper layer, when the class of said film member used as the contact surface with the liquid of an immersion field is changed, the compatibility over the liquid for immersion exposure changes. If the compatibility of the liquid to a film member changes, it may become impossible to perform liquid recovery actuation and liquid supply actuation smoothly, although actuation which supplies a liquid on a substrate, and actuation which collects the liquids on a substrate are performed in immersion exposure. In this case, the problem that the versatility of an immersion aligner falls remarkably arises.

[0006]

This invention is made in view of such a situation, and it aims at providing with the device manufacture approach the exposure approach list which can perform immersion exposure smoothly to each of the substrate with which the film member of a different class was prepared. Especially this invention aims at providing with the device manufacture approach the exposure approach list which can realize immersion exposure under the immersion conditions optimized to the various film members formed on a substrate.

[Means for Solving the Problem]

[0007]

In order to solve the above-mentioned technical problem, this invention has adopted the configuration of the following matched with drawing 1 shown in the gestalt of operation - drawing 8.

[0008]

The exposure approach of this invention is characterized by determining the immersion conditions of a substrate (P) in the exposure approach which exposes a substrate (P) according to the film member (SP) formed in the liquid contact surface on a substrate (P) by projecting the image of a pattern on a substrate (P) through projection optics (PL) and a liquid (1).

[0009]

according to this invention, according to the film member formed in the liquid contact surface on a substrate, and the topcoat layer specifically formed in a photoresist layer or this upper layer, two or more substrates with which the film member of a different class was prepared are alike, respectively, it receives by determining the immersion conditions of a substrate, and immersion exposure processing can be performed on the optimal immersion conditions. In addition, "immersion conditions" is concepts including the class of the conditions which mean the conditions for forming an immersion field on a substrate, and supply a liquid on a substrate, the conditions which collect liquids from on a substrate, and liquid supplied on a substrate etc., when exposing a substrate through a liquid.

[0010]

The device manufacture approach of this invention is characterized by using the exposure approach of the above-mentioned publication. According to this invention, a pattern can be imprinted in a high pattern imprint precision under good immersion conditions to the substrate of various classes, and the device which can demonstrate the desired engine performance can be offered.

[Effect of the Invention]

[0011]

by determining the immersion conditions performed to a substrate according to the film member formed in the liquid contact surface on a substrate according to this invention, two or more substrates with which the film member of a different class was prepared can be alike, respectively, it can receive, immersion exposure processing can be performed smoothly, and high versatility can be given. Especially this invention contributes to producing the device which switched immersion conditions quickly and was integrated highly by the high throughput in the production line which carries out exposure processing of the object with which versatility, such as a semiconductor device and a liquid crystal display device, differs.

[Best Mode of Carrying Out the Invention]

[0012]

Hereafter, it explains, referring to a drawing about the aligner of this invention. Drawing 1 is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of the aligner of this invention.

[0013]

The mask stage MST where Aligner EX supports Mask (reticle) M in drawing 1 The illumination-light study system IL which illuminates the mask M currently supported by the substrate stage PST which supports Substrate P, and the mask stage MST with the exposure light EL The projection optics PL which carries out projection exposure of the image of the pattern of the mask M illuminated with the exposure light EL at the substrate P currently supported by the substrate stage PST It connected with the control unit CONT and control unit CONT which carry out generalization control of the actuation of the whole aligner EX, and has the storage MRY which memorized the various information about exposure actuation.

[0014]

The aligner EX of this operation gestalt is an immersion aligner which applied the immersion method, in order to shorten exposure wavelength substantially, and to make the depth of focus large substantially, while improving resolution, and it is equipped with the liquid feeder style 10 which supplies a liquid 1 on Substrate P, and the liquid recovery device 30 in which the liquids 1 on Substrate P are collected. Aligner EX forms the immersion field AR 2 at least in the part on the substrate P which includes the projection field AR 1 of projection optics PL with the liquid 1 supplied from the liquid feeder style 10, while imprinting the pattern image of Mask M on Substrate P at least. Aligner EX fills a liquid 1 between the optical element 2 of the point of projection optics PL, and the front face (exposure side) of Substrate P, projects the pattern image of Mask M on Substrate P through the liquid 1 and projection optics PL between this projection optics PL and Substrate P, and, specifically, exposes Substrate P.

[0015]

Here, with this operation gestalt, carrying out a synchronized drive for being suitable (hard flow), as an aligner EX, the case where the scanning aligner (the so-called scanning stepper) which exposes a mutually different pattern [in / for Mask M and Substrate P / a scanning direction (the predetermined direction)] formed in Mask M to Substrate P is used is made into an example, and it explains. Let the direction which is perpendicular to Y shaft orientations (non-scanning direction), the X-axis, and Y shaft orientations, and is [direction / of Mask M and Substrate P / of a synchronized drive / (a scanning direction, the predetermined direction)] in agreement with the optical axis AX of projection optics PL in the direction which intersects perpendicularly with X shaft orientations in X shaft orientations and a horizontal plane be Z shaft orientations into a horizontal plane in the following explanation. Moreover, let the directions of the circumference of the X-axis, a Y-axis, and the Z-axis be thetaX, thetaY, and theta Z direction, respectively.

[0016]

Substrate P forms the film member SP which consists of a topcoat layer (protective layer) prepared on the base material (a semi-conductor wafer and glass substrate) of a device at a photoresist layer or the upper layer of this photoresist layer. Therefore, the film member SP prepared in the maximum upper layer on Substrate P forms the liquid contact surface which contacts a liquid 1 at the time of immersion exposure. As a photoresist layer, the TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD. make P6111 is used, and TSP[by TOKYO OHKA KOGYO CO., LTD.]-3A is used as a topcoat layer, for example. Immersion conditions are determined according to the material property of these film members, wettability with the liquid used especially, or a contact angle.

[0017]

The illumination-light study system IL illuminates the mask M currently supported by the mask stage MST with the exposure light EL, and has the adjustable field diaphragm which sets up the lighting field IA on the condensing lens which condenses the exposure light EL from an optical integrator and an optical integrator which equalizes the illuminance of the flux of light injected from the light source for exposure, and the light source for exposure, a relay lens system, and the mask M by the exposure light EL in the shape of a slit. The predetermined lighting field IA on Mask M is illuminated by the illumination-light study system IL with the exposure light EL of uniform illumination distribution. As an exposure light EL injected from the illumination-light study system IL, vacuum-ultraviolet light (VUV light), such as far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright

line (g line, h line, i line) of an ultraviolet area, KrF excimer laser light (wavelength of 248nm), etc. which are injected, for example from a mercury lamp, and ArF excimer laser light (wavelength of 193nm), F2 laser beam (wavelength of 157nm), etc. is used. ArF excimer laser light is used with this operation gestalt.

[0018]

that to which a mask stage MST supports Mask M -- it is -- the inside of a flat surface perpendicular to the optical axis AX of projection optics PL, i.e., XY flat surface, -- two-dimensional -- minute to movable and theta Z direction -- it is pivotable. A mask stage MST is driven with the mask stage driving gears MSTD, such as a linear motor. The mask stage driving gear MSTD is controlled by the control unit CONT. The migration mirror 50 is formed on the mask stage MST. Moreover, the laser interferometer 51 is formed in the location which counters the migration mirror 50. The location of the two-dimensional direction of the mask M on a mask stage MST and an angle of rotation are measured on real time by the laser interferometer 51, and a measurement result is outputted to a control unit CONT. A control device CONT positions the mask M currently supported by the mask stage MST by driving the mask stage driving gear MSTD based on the measurement result of a laser interferometer 51.

[0019]

Projection optics PL carries out projection exposure of the pattern of Mask M for the predetermined projection scale factor beta at Substrate P, it consists of two or more optical elements containing the optical element (lens) 2 prepared in the point by the side of Substrate P, and these optical elements are supported by Lens-barrel PK. Moreover, the image formation property control unit 3 which can adjust the image formation property (optical property) of this projection optics PL is formed in projection optics PL. The image formation property control unit 3 is constituted including the pressure-regulator style which adjusts the pressure of the specific space of between a movable optical element drive and the optical element of the plurality in Lens-barrel PK in a part of two or more optical elements which constitute projection optics PL. An optical element drive moves the specific optical element of two or more optical elements which constitute projection optics PL in the optical-axis AX direction, or inclines to an optical axis AX. The image formation property control unit 3 is controlled by the control unit CONT, and a control unit CONT can adjust the projection scale factor and image surface location of projection optics PL through the image formation property control unit 3.

[0020]

In this operation gestalt, the projection scale factor beta of projection optics PL is the contraction system of 1/4 or 1/5. In addition, any of unit systems and an expansion system are sufficient as projection optics PL. Moreover, the optical element 2 of the point of the projection optics PL of this operation gestalt is formed possible [attachment and detachment (exchange)] to Lens-barrel PK. Moreover, the optical element 2 of a point is exposed from Lens-barrel PK, and the liquid 1 of the immersion field AR 2 contacts an optical element 2. Thereby, the corrosion of the lens-barrel PK which consists of a metal etc. is prevented.

[0021]

Moreover, Aligner EX has the focal detection system 4. The focal detection system 4 has light-emitting part 4a and light sensing portion 4b, projects slant to detection light on a substrate P front face (exposure side) through a liquid 1 from light-emitting part 4a, and receives the reflected light by light sensing portion 4b. A control unit CONT detects the location (focal location) in Z shaft orientations of the substrate P front face to predetermined datum level based on the light-receiving result of light sensing portion 4b while controlling actuation of the focal detection system 4. Moreover, the focal detection system 4 can also search for the posture of the inclination direction of Substrate P by asking for each focal location in two or more each point which can be set on a substrate P front face.

[0022]

The substrate stage PST is equipped with Z stage 52 which holds Substrate P through a substrate holder, X-Y stage 53 which supports Z stage 52, and the base 54 which supports X-Y stage 53 in support of Substrate P. The substrate stage PST is driven with the substrate stage driving gears PSTD, such as a linear motor. The substrate stage driving gear PSTD is controlled by the control unit

CONT. In addition, it cannot be overemphasized that a Z stage and an X-Y stage may be prepared in one. By driving X-Y stage 53 of the substrate stage PST, the location (it is [the image surface of projection optics PL and] the location of an parallel direction substantially) in the XY direction of Substrate P is controlled.

[0023]

The migration mirror 55 is formed on the substrate stage PST (Z stage 52). Moreover, the laser interferometer 56 is formed in the location which counters the migration mirror 55. The location of the two-dimensional direction of the substrate P on the substrate stage PST and an angle of rotation are measured on real time by the laser interferometer 56, and a measurement result is outputted to a control unit CONT. A control device CONT performs positioning in X shaft orientations and Y shaft orientations of Substrate P which are supported by the substrate stage PST by driving X-Y stage 53 through the substrate stage driving gear PSTD based on the measurement result of a laser interferometer 56.

[0024]

Moreover, a control device CONT controls the location in the location (focal location) in Z shaft orientations of the substrate P currently held at Z stage 52 and thetaX, and the direction of thetaY by driving Z stage 52 of the substrate stage PST through the substrate stage driving gear PSTD. That is, Z stage 52 operates based on the command from a control unit CONT based on the detection result of the focal detection system 4, controls the focal location (Z location) and tilt angle of Substrate P, and doubles the front face (exposure side) of Substrate P with the image surface formed through projection optics PL and a liquid 1.

[0025]

On the substrate stage PST (Z stage 52), the auxiliary plate 57 is formed so that Substrate P may be surrounded. The auxiliary plate 57 has the front face of the substrate P held at the substrate holder, and the flat surface of the almost same height. Here, although an about 1-2mm clearance is between the edge of Substrate P, and the auxiliary plate 57, also when a liquid 1 hardly flows into the clearance with the surface tension of a liquid 1 and it exposes near the periphery of Substrate P, a liquid 1 can be held under projection optics PL with the auxiliary plate 57.

[0026]

On Substrate P, the liquid feeder style 10 can supply the liquid 1 for immersion exposure, and can supply two or more sorts of liquids 1. In this operation gestalt, the liquid feeder style 10 can supply two kinds of liquids 1 with the fluorine system oil (fluorine system fluid) which is the pure water and the 2nd liquid which are the 1st liquid. The 1st liquid feed zone 11 and the 2nd liquid feed zone 12 to which the liquid feeder style 10 can send out the 1st liquid (pure water), The 2nd 3rd liquid feed zone 21 and 4th liquid feed zone 22 which can send out a liquid (fluorine system oil), The 1st pipe line 15 which is connected to the 1st liquid feed zone 11 and the 3rd liquid feed zone 21, chooses either among the 1st liquid (pure water) and the 2nd liquid (fluorine system oil), and supplies this selected liquid 1 on Substrate P, It connects with the 2nd liquid feed zone 12 and the 4th liquid feed zone 22, either is chosen among the 1st liquid (pure water) and the 2nd liquid (fluorine system oil), and it has the 2nd pipe line 16 which supplies this selected liquid 1 on Substrate P.

[0027]

Drawing 2 is the top view showing the outline configuration of the liquid feeder style 10 and the liquid recovery device 30. As shown in drawing 1 and drawing 2, the 1st pipe line 15 is equipped with the supply pipe 19 which circulates the liquid 1 sent out from either the 1st liquid feed zone 11 and the 3rd liquid feed zone 21, and the end section of this supply pipe 19 is connected to each of the 1st liquid feed zone 11 and the 3rd liquid feed zone 21 through tubing 17 and 18. On the other hand, the other end of a supply pipe 19 is connected to each of two or more 1st feed zone material 13 through two or more branch pipe 13B. Two or more 1st feed zone material 13 is arranged together with Y shaft orientations, and is making the feed hopper 13A turn and approach the front face of Substrate P. In this operation gestalt, the five 1st feed zone material 13 is located in a line, and is arranged. And these 1st feed zone material 13 is formed in scanning direction one side (-X side) to the projection field AR 1 of the projection optics PL set up in the shape of [which makes a longitudinal direction Y shaft orientations (non-scanning direction)] a slit (the shape of a rectangle).

[0028]

Valves 17A and 18A are formed in tubing 17 and 18, respectively, and actuation of Valves 17A and 18A is controlled by the control unit CONT. Using Valves 17A and 18A, a control unit CONT blockades tubing 18 while opening tubing 17, and it supplies the 1st liquid (pure water) on Substrate P from feed hopper 13A by driving the 1st liquid feed zone 11 through tubing 17, a supply pipe 19, and the 1st feed zone material 13 from the 1st liquid feed zone 11. On the other hand, using Valves 17A and 18A, a control unit CONT blockades tubing 17 while opening tubing 18, and it supplies the 2nd liquid (fluorine system oil) on Substrate P from feed hopper 13A by driving the 3rd liquid feed zone 21 through tubing 18, a supply pipe 19, and the 1st feed zone material 13 from the 3rd liquid feed zone 21.

[0029]

The 2nd pipe line 16 is equipped with the supply pipe 25 which circulates the liquid 1 sent out from either the 2nd liquid feed zone 12 and the 4th liquid feed zone 22, and the end section of this supply pipe 25 is connected to each of the 2nd liquid feed zone 12 and the 4th liquid feed zone 22 through tubing 23 and 24. On the other hand, the other end of a supply pipe 25 is connected to each of two or more 2nd feed zone material 14 through two or more branch pipe 14B. Two or more 2nd feed zone material 14 is arranged together with Y shaft orientations, and is making the feed hopper 14A approach the front face of Substrate P. Like the 1st feed zone material 13, the five 2nd feed zone material 14 is located in a line, and is arranged. And these 2nd feed zone material 14 is formed in the scanning direction other side (+X side) to the projection field AR 1.

[0030]

Valves 23A and 24A are formed in tubing 23 and 24, respectively, and actuation of Valves 23A and 24A is controlled by the control unit CONT. Using Valves 23A and 24A, a control unit CONT blockades tubing 24 while opening tubing 23, and it supplies the 1st liquid (pure water) on Substrate P from feed hopper 14A by driving the 2nd liquid feed zone 12 through tubing 23, a supply pipe 25, and the 2nd feed zone material 14 from the 2nd liquid feed zone 12. On the other hand, using Valves 23A and 24A, a control unit CONT blockades tubing 23 while opening tubing 24, and it supplies the 2nd liquid (fluorine system oil) on Substrate P from feed hopper 14A by driving the 4th liquid feed zone 22 through tubing 24, a supply pipe 25, and the 2nd feed zone material 14 from the 4th liquid feed zone 22.

[0031]

above-mentioned the 1- each of each 4th liquid feed zone 11, 12, 21, and 22 is equipped with the tank which holds a liquid 1, the booster pump, etc., liquid supply actuation of each [these] liquid feed zones 11, 12, 21, and 22 is controlled by the control unit CONT, and its control unit CONT becomes [, respectively] independent about the liquid amount of supply per [to the substrate P top by each liquid feed zones 11, 12, 21, and 22] unit time amount and is controllable. Moreover, each of each liquid feed zones 11, 12, 21, and 22 has the temperature-control device of a liquid, and supplies the 23-degree C almost same liquid 1 as the temperature in the chamber in which equipment is held on Substrate P.

[0032]

Thus, the liquid feeder style 10 performs liquid supply actuation for using alternatively two or more sorts (here two sorts) of liquids 1 for immersion exposure using the pipe lines 15 and 16. And as shown in drawing 2, the immersion field AR 2 where the liquid 1 was filled is formed in the part on Substrate P so that the projection field AR 1 may be included. The liquid feeder style 10 supplies a liquid 1 to coincidence on both sides of the projection field AR 1 from each of the feed hoppers 13A and 14A of two or more 1st and 2nd feed zone material 13 and 14.

[0033]

In the following explanation, the liquid feeder style 10 shall supply pure water as a liquid 1 for immersion exposure. Pure water can be penetrated even if the exposure light EL is ArF excimer laser light. Moreover, pure water can also penetrate far-ultraviolet light (DUV light), such as the bright line (g line, h line, i line) of an ultraviolet area, and KrF excimer laser light (wavelength of 248nm). Moreover, the optical element 2 at the tip of projection optics PL is formed with fluorite. since compatibility of fluorite with pure water is high -- liquid contact surface 2a of an optical element 2 -- a liquid 1 can be mostly stuck on the whole surface. That is, since he is trying for compatibility with liquid contact surface 2a of an optical element 2 to supply the high liquid(water) 1 in this operation

gestalt, the adhesion of liquid contact surface 2a of an optical element 2 and a liquid 1 may be high, and an optical element 2 may be a quartz with high compatibility with water. Moreover, hydrophilization (lyophilic-izing) processing is performed to liquid contact surface 2a of an optical element 2, and you may make it raise compatibility with a liquid 1 more.

[0034]

The liquid recovery device 30 collects the liquids 1 on Substrate P, and is equipped with two or more 1st and 2nd stripping section material 31 and 32 which has the recovery openings 31A and 32A arranged by approaching the front face of Substrate P, and the 1st and 2nd liquid stripping sections 33 and 34 connected to each of this 1st and 2nd stripping section material 31 and 32 through the recovery tubing 33A and 34A. Although recovery tubing 33A is connected to each of two or more 1st stripping section material 31 and recovery tubing 34A is also connected to each of two or more 2nd stripping section material 32, a part of the illustration is omitted in drawing 2. Two or more 1st stripping section material 31 is arranged at the approximate circle arc at the -X side of the projection field AR 1, and it is arranged so that it may turn [A / the / recovery opening 31] to the front face of Substrate P. Moreover, two or more 2nd stripping section material 32 is arranged at the approximate circle arc at the +X side of the projection field AR 2, and it is arranged so that it may turn [A / the / recovery opening 32] to the front face of Substrate P. And the 1st and 2nd stripping section material 31 and 32 of these plurality is arranged so that the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 of the liquid feeder style 10 and the projection field AR 1 may be surrounded.

[0035]

The 1st and 2nd liquid stripping sections 33 and 34 are equipped with aspirators, such as a vacuum pump, the tank which holds the collected liquid 1, and collect the liquids 1 on Substrate P through the 1st and 2nd stripping section material 31 and 32 and the recovery tubing 33A and 34A. Liquid recovery actuation of the 1st and 2nd liquid stripping sections 33 and 34 is controlled by the control unit CONT, and its control unit CONT is controllable in the amount of liquid recovery per unit time amount by the 1st and 2nd liquid stripping sections 33 and 34 (recovery force). The liquid 1 supplied on Substrate P from the feed hopper of the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 is supplied so that it may get wet and spread between the lower limit side of the point (optical element 2) of projection optics PL, and Substrate P. Moreover, the liquids 1 which flowed into the outside of the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 to the projection field AR 1 are collected from recovery opening of the 1st and 2nd stripping section material 31 and 32 arranged from this 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 outside to the projection field AR 1.

[0036]

Drawing 3 is an expanded sectional view about the 1st feed zone material 13. In drawing 3 (a), the body member 40 and the body member 40 set the 1st feed zone material 13 caudad, it was prepared in feed hopper 13A which is the lower limit section of the slide member 41 which can be slid, and the slide member 41 to the body member 40, and is equipped with the shutter member 42 which can change the magnitude of feed hopper 13A by sliding in the direction of X to the slide member 41. Slide migration of the slide member 41 and the shutter member 42 is carried out by the non-illustrated driving gear. And as shown in drawing 3 (b), when the slide member 41 moves in the direction of +X to the body member 40, as the location of feed hopper 13A moves to the +X side and it is shown in drawing 3 (c), when the slide member 41 moves in the direction of -X to the body member 40, the location of feed hopper 13A moves to the -X side. Moreover, as shown in drawing 3 (d), when the shutter member 42 moves toward the inside of feed hopper 13A, feed hopper 13A becomes small.

[0037]

And each of the 2nd feed zone material 14, the 1st stripping section material 31, and the 2nd stripping section material 32 has the configuration equivalent to the 1st feed zone material 13. Therefore, the 2nd feed zone material 14 can change the location and magnitude of the feed hopper 14A, and each of the 1st and 2nd stripping section material 31 and 32 can change the location and magnitude of the recovery openings 31A and 32A similarly.

[0038]

Drawing 4 is the mimetic diagram showing signs that the liquid supply location of the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 and the liquid recovery location of the 1st and 2nd stripping section

material 31 and 32 are changed. A control unit CONT by driving the driving gear of the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14, and the driving gear of the 1st and 2nd stripping section material 31 and 32 As shown in drawing 4 (a), while being able to bring the liquid supply location by the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 close to the projection field AR 1 of projection optics PL, the liquid recovery location by the 1st and 2nd stripping section material 31 and 32 can be detached to the projection field AR 1. As shown in drawing 4 (b), moreover, a control unit CONT While being able to detach the liquid supply location by the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 to the projection field AR 1 by driving the driving gear of the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14, and the driving gear of the 1st and 2nd stripping section material 31 and 32 The liquid recovery location by the 1st and 2nd stripping section material 31 and 32 can be close brought to the projection field AR 1. And the liquid supply location by the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 and the liquid recovery location by the 1st and 2nd stripping section material 31 and 32 can be adjusted independently, respectively.

[0039]

Next, how to carry out projection exposure of the image of the pattern of Mask M on Substrate P through projection optics PL and the liquid 1 of the immersion field AR 2 using the aligner EX mentioned above is explained.

[0040]

The aligner EX in this operation gestalt here It is what carries out projection exposure of the pattern image of Mask M at Substrate P while moving Mask M and Substrate P to X shaft orientations (scanning direction). At the time of scan exposure Some pattern images of the mask M according to the lighting field IA are projected on the projection field AR 1 of the shape of a slit of projection optics PL directly under a point (the shape of a rectangle), and projection optics PL is received. Synchronizing with Mask M moving in the direction of -X (or the direction of +X) at a rate V, Substrate P moves in the direction of +X (or the direction of -X) by rate $\beta \cdot V$ (β is a projection scale factor) through X-Y stage 53. And two or more shot fields are set up on Substrate P, and after exposure ending to one shot field, while the next shot field moves to a scan starting position and moves Substrate P by step - and - scanning method hereafter by stepping migration of Substrate P, scan exposure processing to each shot field SA is performed one by one.

[0041]

Moreover, as shown in the block diagram shown in drawing 5, the information about the immersion conditions for performing immersion exposure is memorized by Storage MRY (immersion condition database). Specifically, the relation between the compatibility of the film member SP and liquid 1 with which Storage MRY is formed in the liquid contact surface which contacts the liquid 1 on Substrate P at the time of immersion exposure, and the immersion conditions corresponding to the compatibility is memorized as two or more map data. Here, the information about the compatibility of the film member SP and a liquid 1 includes the contact angle information on a liquid 1 over the film member SP. Furthermore, the immersion exposure conditions according to the material properties (for example, volatility, viscosity, a consistency, surface tension, etc.) of a liquid 1 are beforehand memorized by Storage MRY. In addition, the suitable liquid kind for the various film members SP and those film members SP is investigated beforehand, and the optimal immersion conditions for the combination may be saved at Storage MRY at the combination list of the suitable liquid kind for the film member SP and its film member so that it may mention later.

[0042]

It faces performing immersion exposure processing and the film member information on the substrate P by which exposure processing should be carried out is inputted into a control unit CONT through an input unit 60. The information about the contact angle of the film member SP and a liquid 1 is included in the film member information that it is inputted. A control unit CONT chooses and determines the optimal immersion conditions over the substrate P by which exposure processing should be carried out with reference to relation (map data) with the immersion conditions corresponding to the compatibility (contact angle) and its compatibility (contact angle) of the film member SP and liquid 1 which are beforehand memorized by Storage MRY according to the film member information (information about a contact angle) that it was inputted.

[0043]

Here, immersion conditions include the conditions of supply to the substrate P top of the liquid 1 for immersion exposure. Moreover, the conditions of supply of a liquid 1 include the conditions about the liquid supply location to Substrate P top, and the conditions about the liquid amount of supply per unit time amount.

[0044]

Furthermore, immersion conditions include the recovery conditions from the substrate P of the liquid 1 for immersion exposure. Moreover, the recovery conditions of a liquid 1 include the conditions about the liquid recovery location on Substrate P, and the conditions about the amount of liquid recovery per unit time amount (liquid recovery force).

[0045]

For example, a control unit CONT adjusts the liquid amount of supply of the liquid feeder style 10, and the amount of liquid recovery of the liquid recovery device 30 according to the contact angle of the liquid 1 to the film member SP. When the contact angle of the liquid 1 to the film member SP is large, since the film member SP will have liquid repellance (water repellance) to the liquid 1, when a liquid 1 is supplied on Substrate P (film member SP), this liquid 1 is superfluously damp and, specifically, does not spread. Therefore, when supplying a liquid 1 to this film member SP, the liquid feeder style 10 makes [many] the liquid amount of supply per unit time amount. By carrying out like this, to a substrate P (film member SP) front face, it can get wet good, a liquid 1 can be spread, and the immersion field AR 2 can be formed smoothly. Moreover, although a liquid 1 will become easy to produce exfoliation to Substrate P (film member SP) if scan migration of the substrate P is carried out for scan exposure when the film member SP has liquid repellance, generating of exfoliation of a liquid 1 can be suppressed by making [many] the liquid amount of supply.

[0046]

Moreover, since a liquid 1 is superfluously damp and it does not spread when the film member SP is liquid repellance (water repellance) to a liquid 1, as for the liquid recovery device 30, it is comparatively easy to collect the liquids 1 on Substrate P (film member SP). Therefore, even if the liquid recovery device 30 reduces the liquid recovery force of liquid recovery (driving force of a liquid stripping section), i.e., the amount per unit time amount, it can collect liquids 1 smoothly. Therefore, generating of vibration resulting from the drive of a liquid stripping section can be controlled.

[0047]

On the other hand, when the contact angle of the liquid 1 to the film member SP is small, since the film member SP will have lyophilic (hydrophilic property) to the liquid 1, when a liquid 1 is supplied on Substrate P (film member SP), this liquid 1 is damp and tends to spread. Therefore, when supplying a liquid 1 to this film member SP, even if it lessens the liquid amount of supply per unit time amount, to a substrate P (film member SP) front face, the liquid feeder style 10 can get wet good, can spread a liquid 1, and can form the immersion field AR 2 smoothly. Moreover, since the liquid amount of supply can be reduced, waste of a liquid 1 can be held down and generating of vibration resulting from the drive of a liquid feed zone can be controlled.

[0048]

Moreover, since a liquid 1 is damp and tends to spread on Substrate P (film member SP) when the film member SP is lyophilic (hydrophilic property) to a liquid 1, the liquid recovery device 30 may be hard coming to collect the liquid 1 on Substrate P (film member SP). Therefore, the liquid recovery device 30 makes [many] the liquid recovery force of liquid recovery (driving force of a liquid stripping section), i.e., the amount per unit time amount. By carrying out like this, the liquid recovery device 30 can collect liquids 1 smoothly.

[0049]

Moreover, a control unit CONT can adjust the liquid supply location of the liquid feeder style 10, and the liquid recovery location of the liquid recovery device 30 according to the contact angle of the liquid 1 to the film member SP.

For example, since the film member SP will have liquid repellance (water repellance) to the liquid 1 when the contact angle of the liquid 1 to the film member SP is large In case Substrate P is moved to a liquid 1 in order to carry out scan exposure since this liquid 1 is damp and it is hard coming to spread when a liquid 1 is supplied on Substrate P (film member SP), it becomes easy to produce

exfoliation of the liquid 1 to Substrate P (film member SP). Therefore, by lengthening distance over the location AR 1 which left the liquid supply location from the projection field AR 1 of projection optics PL, i.e., the projection field of the projection optics PL of a liquid supply location, and forming the immersion field AR 2 greatly, when the liquid feeder style 10 carries out scan migration of the substrate P, it can suppress generating of exfoliation of a liquid 1. Adjustment of a liquid supply location should just make the slide member 41 slide to the body member 40 of the feed zone material 13 and 14, as explained with reference to drawing 3.

[0050]

Moreover, since it gets wet superfluously and does not spread when a liquid 1 is liquid repellance (water repellence) to the film member SP, as mentioned above, as for the liquid recovery device 30, it is comparatively easy to collect the liquids 1 on Substrate P (film member SP). Therefore, even if the liquid recovery device 30 shortens distance [as opposed to the location AR 1 near the projection field AR 1 of projection optics PL, i.e., the projection field of the projection optics PL of a liquid recovery location, for the liquid recovery location], it can collect liquids 1 smoothly. Therefore, the tooth space which the liquid recovery device 30 occupies is miniaturizable.

[0051]

On the other hand, when the contact angle of the liquid 1 to the film member SP is small, since the film member SP will have lyophilic (hydrophilic property) to the liquid 1, when a liquid 1 is supplied on Substrate P (film member SP), this liquid 1 is damp and tends to spread. Therefore, when supplying a liquid 1 to this film member SP, the liquid feeder style 10 can suppress the leakage to the outside of a liquid 1 by shortening distance [as opposed to the location AR 1 near the projection field AR 1 of projection optics PL, i.e., the projection field of the projection optics PL of a liquid supply location, for that liquid supply location].

[0052]

Moreover, since a liquid 1 is damp and tends to spread on Substrate P (film member SP) when a liquid 1 is lyophilic (hydrophilic property) to the film member SP, the liquid recovery device 30 may be hard coming to collect the liquid 1 on Substrate P (film member SP). Therefore, when the liquid recovery device 30 lengthens distance over the location AR 1 which left the liquid recovery location from the projection field AR 1 of projection optics PL, i.e., the projection field of the projection optics PL of a liquid recovery location, the liquid recovery device 30 can collect liquids 1 smoothly. That is, when a liquid 1 is damp and tends to spread, in case the liquids 1 which have lyophilic to a film member SP by carrying out liquid recovery in the location distant to a liquid supply location in order to collect, where the vigor of the flow of the supplied liquid 1 is reduced collect, it is desirable to set a liquid recovery location to a liquid supply location and the distant location, i.e., a projection field AR 1 and the distant location.

[0053]

Moreover, a control unit CONT can adjust the magnitude of the liquid feed hoppers 13A and 14A of the liquid feeder style 10, and the magnitude 31A and 32A of liquid recovery opening of the liquid recovery device 30 according to the contact angle of the liquid 1 to the film member SP.

[0054]

For example, since the film member SP will have liquid repellance (water repellence) to the liquid 1 when the contact angle of the liquid 1 to the film member SP is large, a liquid 1 tends to produce exfoliation to Substrate P. In this case, since the vigor of the flow of the liquid 1 supplied on Substrate P by making small the liquid feed hoppers 13A and 14A increases, generating of exfoliation can be suppressed. Adjustment of the magnitude of a liquid feed hopper should just move the shutter member 42 of the feed zone material 13 and 14, as explained with reference to drawing 3.

[0055]

Moreover, when a liquid 1 is liquid repellance (water repellence) to the film member SP, as mentioned above, as for the liquid recovery device 30, it is comparatively easy to collect the liquids 1 on Substrate P (film member SP). Therefore, the liquid recovery device 30 can make small the liquid recovery openings 31A and 32A. Since air is bit and it is hard coming to be crowded in case liquids 1 are collected by making small liquid recovery openings 31A and 32A, the liquid recovery device 30 can collect the liquids 1 on Substrate P smoothly.

[0056]

On the other hand, when the contact angle of the liquid 1 to the film member SP is small, since the film member SP will have lyophilic (hydrophilic property) to the liquid 1, even if it enlarges the liquid feed hoppers 13A and 14A and supplies a liquid 1 on Substrate P, it can form the immersion field AR 2 smoothly.

[0057]

Moreover, since a liquid 1 is damp and tends to spread on Substrate P (film member SP) when a liquid 1 is lyophilic (hydrophilic property) to the film member SP, the liquid recovery device 30 may be hard coming to collect the liquid 1 on Substrate P (film member SP). Then, the liquid 1 on Substrate P is smoothly recoverable by enlarging liquid recovery openings 31A and 32A, and collecting liquids 1 in the large range.

[0058]

the optimal immersion conditions (the amount of supply / recovery --) corresponding to the contact angle (compatibility) of the liquid [as opposed to / as explained above / the film member SP] 1 By supply / recovery location's etc. asking beforehand and memorizing the information about this optimal immersion condition to Storage MRY, a control unit CONT It is based on the information (contact angle information on the film member SP about a liquid 1) about the film member SP of the substrate P which was inputted through the input unit 60 and by which exposure processing should be carried out. The optimal immersion conditions are chosen and determined out of the immersion conditions by which two or more storage is carried out, and based on this selected immersion condition, as mentioned above, the amount of liquid supply / recovery and liquid supply / recovery location are set up. And a control unit CONT performs immersion exposure to Substrate P.

[0059]

In case immersion exposure processing is performed, after a control device CONT loads Substrate P to the substrate stage PST using a substrate transfer system, it drives the liquid feeder style 10 and starts the liquid supply actuation to Substrate P top. After the liquid 1 sent out from each of the 1st and 2nd liquid feed zones 11 and 12 of the liquid feeder style 10 in order to form the immersion field AR 2 circulates the 1st and 2nd pipe line 15 and 16, it is supplied on Substrate P through the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14, and forms the immersion field AR 2 between projection optics PL and Substrate P. The feed hoppers 13A and 14A of the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 are arranged at X shaft-orientations (scanning direction) both sides of the projection field AR 1, and a control unit CONT supplies the liquid 1 to Substrate P top to coincidence on both sides of the projection field AR 1 from the feed hoppers 13A and 14A of the liquid feeder style 10. Thereby, the liquid 1 supplied on Substrate P forms the immersion field AR 2 of the range [at least] larger than the projection field AR 1 on Substrate P.

[0060]

In this operation gestalt, in case a liquid 1 is supplied from the scanning direction both sides of the projection field AR 1 to Substrate P, a control unit CONT controls liquid supply actuation of the 1st and 2nd liquid feed zones 11 and 12 of the liquid feeder style 10, and sets up it about a scanning direction. [than the liquid amount of supply which supplies the liquid amount of supply per / which is supplied from this side of the projection field AR 1 / unit time amount in the opposite side] [more] When carrying out exposure processing, moving Substrate P in the direction of +X, for example, a control unit CONT As opposed to the projection field AR 1 the amount of liquids from the -X side (namely, feed hopper 13A) + Make [more] it than the amount of liquids from the X side (namely, feed hopper 14A), and on the other hand, when carrying out exposure processing, moving Substrate P in the direction of -X, make [more] the amount of liquids from the +X side to the projection field AR 1 than the amount of liquids from the -X side.

[0061]

Moreover, a control unit CONT controls the 1st and 2nd liquid stripping sections 33 and 34 of the liquid recovery device 30, and performs liquid recovery actuation on Substrate P in parallel to supply actuation of the liquid 1 by the liquid feeder style 10. Thereby, the liquids 1 on the substrate P which flows outside to the projection field AR 1 from the feed hoppers 13A and 14A of the 1st and 2nd feed zone material 13 and 14 are collected from the recovery openings 31A and 32A of the 1st and 2nd stripping section material 33 and 34. Thus, the liquid recovery device 30 collects the liquids 1 on

Substrate P with the recovery openings 31A and 32A prepared so that the projection field AR 1 may be surrounded.

[0062]

Here, a control unit CONT can also take the migration conditions of Substrate P into consideration, and can choose and determine immersion conditions. For example, when carrying out scan exposure, moving Substrate P and the film member SP of Substrate P has lyophilic to the liquid 1, also by supplying a liquid 1 only from scanning direction one side, on Substrate P, a liquid 1 is damp good, spreads, and can form the immersion field AR 2 smoothly. For example, when carrying out immersion exposure, moving Substrate P in the direction of +X, it was able to be said that the liquid feeder style 10 supplied a liquid 1 from the 1st feed zone material 13, and suspended the liquid supply from the 2nd feed zone material 14, or made the liquid amount of supply from the 2nd feed zone material 14 fewer than the liquid amount of supply from the 1st feed zone material 13. On the other hand, when the film member SP of Substrate P has liquid repellance to the liquid 1, the immersion field AR 2 can be smoothly formed by supplying a liquid 1 from scanning direction both sides.

[0063]

Moreover, a control unit CONT determines immersion conditions according to a rate or acceleration concerning [a control unit CONT] X shaft orientations (scanning direction) of Substrate P according to the migration conditions of Substrate P. For example, if the scan speed (or acceleration) of Substrate P is high-speed, a control unit CONT will increase the liquid recovery force on Substrate P while increasing the liquid amount of supply to Substrate P. On the other hand, if the scan speed (or acceleration) of Substrate P is a low speed comparatively, even if control units CONT decrease in number the liquid amount of supply to Substrate P and reduce the liquid recovery force on Substrate P, they can form the immersion field AR 2 smoothly.

[0064]

Moreover, since it becomes easy to produce exfoliation of a liquid 1 when the scan speed (or acceleration) of Substrate P accelerates, the liquid feeder style 10 can be set as the location which left the supply location from the projection field AR 1 of projection optics PL, can enlarge the immersion field AR 2, and can suppress generating of exfoliation while it makes [many] the liquid amount of supply per unit time amount. Since similarly it is hard coming to collect the liquid 1 on Substrate P as the scan speed (or acceleration) of Substrate P accelerates While increasing the liquid recovery force by the liquid recovery device 30, a liquid 1 is smoothly recoverable by setting this recovery location as the location distant from the projection field AR 1 of projection optics PL, and collecting liquids 1 in the location where the vigor of the flow of a liquid 1 was reduced.

[0065]

Furthermore, even if a control unit CONT responds in the migration direction of the substrate P including the scanning direction (X shaft orientations) and the step migration direction (Y shaft orientations) of Substrate P, it determines immersion conditions. For example, in case Substrate P carries out step migration at Y shaft orientations, compared with the time of a halt or scan exposure, the liquid amount of supply is reduced for the liquid recovery actuation by the liquid feeder style 10. Or control of making [many] the amount of liquid recovery from the stripping section material 31 and 32 which is in the direction side of Y to the projection field AR 1 among two or more stripping section material 31 and 32 arranged so that the projection field AR 1 may be surrounded is possible for a control unit CONT.

[0066]

Moreover, a control unit CONT can also change the configuration of the liquid feed hoppers 13A and 14A which are one of the immersion conditions, and the configuration of the liquid recovery openings 31A and 32A according to the film member SP. With the above-mentioned operation gestalt, although a feed hopper or recovery opening can be changed by driving the shutter member 42 between the slit configuration (the shape of an abbreviation square) where width of face is wide, and the slit configuration (the shape of a rectangle) where width of face is narrow, for example, according to the film member SP, various configurations, such as making it the shape of a circle configuration, elliptical, or a polygon, are chosen, and the configuration of a feed hopper and recovery opening is determined.

[0067]

By the way, as mentioned above, the aligner EX of this operation gestalt can change the pure water which is the 1st liquid, and the fluorine system oil which is the 2nd liquid, and can supply it on Substrate P. A control unit CONT changes the liquid 1 supplied on Substrate P according to the film member SP of the substrate P by which exposure processing should be carried out. For example, when the film member SP is what is easy to melt into pure water, such as amine system matter, it is desirable to use fluorine system oil as a liquid 1 for immersion exposure. Therefore, if the information about the film member SP is inputted through an input unit 60, a control unit CONT will control the liquid feeder style 10, and will choose the liquid 1 supplied to Substrate P. And a control unit CONT determines immersion conditions according to the liquid 1 to be used.

[0068]

The relation between the compatibility of this film member SP and liquid (2nd liquid) 1 and the immersion conditions corresponding to that compatibility is also memorized by Storage MRY. A control unit CONT determines immersion conditions including the amount of liquid supply / recovery, or liquid supply / recovery location according to the substrate P (film member SP) by which exposure processing should be carried out.

[0069]

In addition, when changing the liquid 1 supplied on Substrate P according to the above-mentioned film member SP, the immersion conditions in the case of using the combination for the combination list of the suitable liquid kind for the film member SP and its film member SP can be saved at Storage MRY. By carrying out like this, if the operator of an aligner selects the film member SP (input), immersion conditions including a liquid kind will be determined automatically. That is, selection of a liquid kind can also be regarded as one of the immersion conditions. In addition, the ingredient of a photoresist, the manufacture Lord, a lot number, etc. can be made to memorize as a film member SP.

[0070]

Moreover, immersion conditions may be changed according to the material property of the liquid 1 supplied on Substrate P. For example, in being the liquid with which a liquid 1 tends to volatilize, it makes [many] the liquid amount of supply per unit time amount. Thereby, even if it is the liquid 1 which is easy to volatilize, the immersion field AR 2 can be formed smoothly. Moreover, since it is removed from on Substrate P by volatilizing in the case of the liquid 1 which is easy to volatilize, the liquid recovery force can also be reduced, for example. That is, a control unit CONT can adjust immersion conditions according to volatility among the material properties of the liquid 1 supplied on Substrate P.

[0071]

Moreover, when the viscosity of the liquid 1 supplied on Substrate P is high, as it said that substrate holding power by the substrate holder for example, to the substrate P was enlarged, as for a control unit CONT, according to viscosity, immersion exposure conditions can be adjusted among the material properties of a liquid 1. That is, when the viscosity of a liquid 1 was high and scan exposure is carried out, the case where the phenomenon in which Substrate P is pulled by the liquid 1 according to the viscosity of a liquid 1 arises can be considered, and un-arranging [from which the location of Substrate P shifts to a substrate holder during exposure by this] may arise. Therefore, a control unit CONT adjusts the holding power of the substrate P by the substrate holder according to the viscosity of a liquid 1. When it is the thing of a configuration of that a substrate holder carries out vacuum adsorption maintenance of the substrate P through a vacuum adsorption hole, specifically, a control unit CONT increases the vacuum adsorption power over Substrate P. On the other hand, since possibility that the location of Substrate P will shift during scan exposure becomes low when the viscosity of a liquid 1 is low, control of reducing the vacuum adsorption power over Substrate P in consideration of the curvature of Substrate P is possible for a control unit CONT.

[0072]

Furthermore, since the specific heat of a liquid 1 also changes when a liquid 1 changes, the quantity of light of the exposure light EL can be adjusted, or the focal location and inclination of Substrate P can be controlled in consideration of refractive-index change of the liquid 1 accompanying the temperature change of a liquid 1. For example, it was able to be said that the focal location detection

result by the focal detection system 4 was amended.

[0073]

Moreover, since the pressure exerted on Substrate P also changes a liquid 1 when the compatibility (contact angle) of a liquid 1 and the film member SP changes, a liquid 1 can also take into consideration the pressure variation exerted on Substrate P, and can also control the focal location and inclination of Substrate P.

[0074]

Moreover, it is possible by changing a liquid 1 that the image formation property of the image through projection optics PL and a liquid 1 changes. In this case, a control unit CONT can amend change of the image formation property by what the liquid 1 changed by driving the image formation property control unit 3 based on the material property and optical property of a liquid 1 which are memorized beforehand to Storage MRY. Furthermore, a control device CONT is adjusting the location of Z shaft orientations of the substrate stage PST, and the posture of thetaX and the direction of thetaY. The front face of Substrate P can be doubled with the image surface location which changed with modification of a liquid 1.

[0075]

The map data memorized by Store MRY can be updated at any time. That is, what is necessary is to experiment about this new film member SP and new liquid 1, to create said map data, and just to update the map data memorized by Store MRY, when exposing the substrate P which has the film member SP of a further different class, or when using the liquid 1 of a new class. Moreover, renewal of map data can also be carried out from a remote place to Aligner EX (storage MRY) through the communication device containing the Internet.

[0076]

In addition, although the liquid feeder style 10 can supply two kinds of liquids according to the film member SP, it may be a configuration which supplies only one kind of liquid, and may enable it to supply three or more kinds of liquids in an above-mentioned operation gestalt.

[0077]

Moreover, in an above-mentioned operation gestalt, although the relation between the compatibility of the film member SP and a liquid 1 and the immersion conditions corresponding to the compatibility is memorized to Storage MRY When the class of film member SP to be used and the class of liquid 1 to be used are known beforehand, the relation between the film member SP and immersion conditions is memorized to Storage MRY, and immersion conditions may be made to be determined immediately from the information on the film member SP chosen by the operator etc. (input).

[0078]

Moreover, although he is trying to also take into consideration the migration conditions (for example, both both [a rate acceleration, or / its] P in scan exposure) of Substrate P in the above-mentioned operation gestalt when determining immersion conditions according to the contact angle (compatibility) of the film member SP and a liquid 1 You may make it determine the migration conditions (for example, both both [a rate, acceleration, or / its] P in scan exposure) of Substrate P based on the contact angle (compatibility) of the film member SP and a liquid 1. For example, when the compatibility over the liquid 1 of the film member SP is comparatively high, the rate and acceleration of Substrate P in scan exposure are enlarged. Since a liquid 1 is damp and tends to spread on Substrate P when the compatibility of the film member SP and a liquid 1 is comparatively high, even if it enlarges the rate and acceleration of Substrate P, the immersion field AR 2 can be formed smoothly. On the contrary, when the compatibility over the liquid 1 of the film member SP is comparatively low, the rate and acceleration of Substrate P in scan exposure are made small. It is because a liquid 1 is damp and cannot spread easily on Substrate P, when the compatibility over the liquid 1 of the film member SP is comparatively low, so exfoliation of a liquid 1 etc. may arise and between projection optics PL and Substrates P may fully be unable to be filled with a liquid 1, if the rate and acceleration of Substrate P are enlarged too much.

[0079]

Moreover, the migration conditions of Substrate P can also be determined based on the immersion conditions determined according to the film member SP. for example, the thing for which the scan

speed of Substrate P and acceleration are made small when the liquid recovery force of the liquid recovery device 30 determined according to the film member SP is small -- exfoliation and leakage of a liquid 1 can be prevented.

[0080]

Moreover, although it is the configuration of searching for beforehand the contact angle (compatibility) of the film member SP and a liquid 1 by experiment etc., and memorizing the immersion conditions corresponding to this contact angle searched for to Storage MRY with the above-mentioned operation gestalt It measures with the metering device in which the compatibility of the film member SP and liquid 1 which are formed in the liquid contact surface on Substrate P was prepared by Aligner EX, and you may make it determine immersion conditions before exposure processing based on this measurement result.

[0081]

Drawing 6 is the mimetic diagram showing the metering device (measurement means) 70 which measures the compatibility of the film member SP and a liquid 1. In this operation gestalt, the metering device 70 is formed on the conveyance path of Substrate P. The metering device 70 is equipped with the dropping section 72 which can trickle the drop of a liquid 1 into the substrate P front face currently held at the hand 71 for loaders which constitutes a part of substrate transfer system, and the detection section 73 which can detect the drop of a liquid 1 in drawing 6 (a). The hand 71 for loaders loads the substrate P by which exposure processing should be carried out to the substrate stage PST. The hand 71 for loaders is pivotable where Substrate P is held by the rotation mechanical component 74 which rotates the hand 71 for loaders to shaft orientations. The drive of this rotation mechanical component 74 is controlled by the control unit CONT. Moreover, the detection section 73 outputs the detection signal of a drop to a control unit CONT.

[0082]

In case the compatibility (contact angle) of the film member SP and a liquid 1 is measured, after the hand 71 for loaders has held Substrate P horizontally, the drop of a liquid 1 is dropped from the dropping section 72 to the film member SP of this substrate P. When the drop of a liquid 1 is arranged on the film member SP of Substrate P, the held substrate P is made to incline by rotating in the direction which shows the hand 71 for loaders by the arrow head r in drawing 6. As Substrate P is made to incline, and shown in drawing 6 (b), it falls so that a liquid 1 may roll from a substrate P (film member SP) front face. The liquid 1 which fell is detected by the detection section 73. The detection signal of the detection section 73 is outputted to a control unit CONT, and a control unit CONT asks for theta from the amount of drives of the rotation mechanical component 74 whenever [tilt-angle / of the substrate P at this time] (fall angle). The fall angle theta is an include angle from which the drop of the liquid 1 of the film member SP front face of Substrate P rolls and falls, when Substrate P is leaned to a horizontal plane. This fall angle theta is equivalent to the contact angle of the liquid 1 to the film member SP. For example, when small, the fall angle theta is liquid repellence to a liquid 1, and the contact angle of the angle of the film member SP is large. Therefore, a control unit CONT can search for the contact angle of the liquid 1 to the film member SP by searching for this fall angle theta. A control unit CONT sets up immersion conditions based on the contact angle measured with the metering device 70, and performs immersion exposure to the substrate P loaded on the substrate stage PST by the hand 71 for loaders.

[0083]

In addition, although a change of a liquid supply location and a liquid recovery location is made with this operation gestalt by forming a sliding mechanism in each of the feed zone material 13 and 14 and the stripping section material 31 and 32, and driving a sliding mechanism as explained with reference to drawing 3 A part of feed zone material and stripping section material are constituted from a flexible tube 80, and you may make it change that supply location and a recovery location by bending this tube 80, as shown in drawing 7 (a) and (b) as shown in drawing 7.

[0084]

In addition, the aligner EX in the above-mentioned operation gestalt changes pure water and fluorine system oil as a liquid 1, and although it is usable, pure water has an advantage without the bad influence to a photoresist, an optical element (lens), etc. on Substrate P while being able to obtain in large quantities easily by a semi-conductor plant etc. Moreover, since the content of an impurity is

very low, pure water can also expect the operation which washes the front face of Substrate P, and the front face of an optical element established in the apical surface of projection optics PL, while not having a bad influence to an environment.

[0085]

And since the refractive index n of the pure water(water) to the exposure light EL whose wavelength is about 193nm is about 1.44, when ArF excimer laser light (wavelength of 193nm) is used as the light source of the exposure light EL, on Substrate P, it is short-wavelength-ized by $1/n$, i.e., about 134nm, and high resolution is obtained. Furthermore, when what is necessary is just to be able to secure the depth of focus comparable as the case where it is used in air since the depth of focus is expanded [be / it / under / air / comparing] to about n times, i.e., about 1.44 times, it can make the numerical aperture of projection optics PL increase more, and its resolution improves also at this point.

[0086]

With this operation gestalt, the optical element 2 is attached at the tip of projection optics PL, and this lens can perform the optical property of projection optics PL, for example, adjustment of aberration (spherical aberration, comatic aberration, etc.). In addition, as an optical element attached at the tip of projection optics PL, you may be the optical plate used for adjustment of the optical property of projection optics PL. Or you may be the plane-parallel plate which can penetrate the exposure light EL.

[0087]

The optical element in contact with a liquid 1 by considering as a plane-parallel plate cheaper than a lens Even if the matter (for example, silicon system organic substance etc.) to which the permeability of projection optics PL, the illuminance of the exposure light EL on Substrate P, and the homogeneity of illumination distribution are reduced in the time of conveyance of Aligner EX, assembly, and adjustment etc. adheres to the plane-parallel plate There is an advantage that the exchange cost becomes low compared with the case where the optical element in contact with a liquid 1 is used as a lens that what is necessary is just to exchange the plane-parallel plate just before supplying a liquid 1. Namely, although it is necessary to exchange the optical element periodically since the front face of the optical element which originates in adhesion of the impurity in the scattering particle generated from a resist by the exposure of the exposure light EL or a liquid 1 etc., and contacts a liquid 1 becomes dirty By using this optical element as a cheap plane-parallel plate, compared with a lens, the cost of a substitute part can be low, and can shorten time amount which exchange takes, and the rise of a maintenance cost (running cost) and the fall of a throughput can be suppressed.

[0088]

In addition, when the pressure between the optical elements at the tip of projection optics PL and Substrates P which are produced by the flow of a liquid 1 is large, the optical element may not be made exchangeable, but you may fix strongly so that an optical element may not move with the pressure.

[0089]

In addition, with this operation gestalt, although it is the configuration currently filled with the liquid 1 between projection optics PL and a substrate P front face, it may be the configuration of filling a liquid 1 where the cover glass which consists of a plane-parallel plate is attached in the front face of Substrate P, for example.

[0090]

When the light source of for example, the exposure light EL is F2 laser, since this F2 laser beam does not penetrate water, it is on the other hand, desirable that they are fluorine system fluids, such as the above-mentioned fluorine system oil which can penetrate F2 laser beam as a liquid 1. In this case, into the part in contact with a liquid 1, it lyophilic--ization-processes by forming a thin film by the matter of the polar small molecular structure containing a fluorine. Moreover, if it considers as a liquid 1, there is permeability over the exposure light EL, a refractive index is high as much as possible, and it is also possible to use a stable thing (for example, cedar oil) to the photoresist applied to projection optics PL and a substrate P front face. Also in this case, surface treatment is performed according to the polarity of the liquid 1 to be used.

[0091]

In addition, as a substrate P of each above-mentioned operation gestalt, not only the semi-conductor wafer for semiconductor device manufacture but the glass substrate for display devices, the mask used with the ceramic wafer for the thin film magnetic heads or an aligner or the original edition (synthetic quartz, silicon wafer) of a reticle, etc. is applied.

[0092]

It is applicable also to the projection aligner (stepper) of the step-and-repeat method which one-shot exposure of the pattern of Mask M is carried out [method] in the condition of having stood still Mask M and Substrate P other than the scanning aligner (scanning stepper) of step - which carries out the synchronized drive of Mask M and the substrate P, and carries out scan exposure of the pattern of Mask M as an aligner EX, and - scanning method, and carries out step migration of the substrate P one by one. Moreover, this invention can apply at least two patterns also to the aligner of step - imprinted in piles partially and - SUTITCHI method on Substrate P.

[0093]

Moreover, this invention is applicable also to the aligner of the twin stage mold currently indicated by JP,10-163099,A, JP,10-214783,A, the ** table No. 505958 [2000 to] official report, etc.

[0094]

As a class of aligner EX, it is not restricted to the aligner for semiconductor device manufacture which exposes a semiconductor device pattern to Substrate P, but can apply to the aligner for manufacturing an aligner, the thin film magnetic head, an image sensor (CCD), a reticle or a mask for the object for liquid crystal display component manufacture, or display manufacture, etc. widely.

[0095]

When using a linear motor (USP5,623,853 or USP5,528,118 reference) for the substrate stage PST and a mask stage MST, whichever of the magnetic levitation mold using the air surfacing mold and the Lorentz force, or the reactance force which air bearing was used may be used. Moreover, the type which moves along with a guide is sufficient as each stages PST and MST, and they may be guide loess types which do not prepare a guide.

[0096]

The flat-surface motor which the magnet unit which has arranged the magnet to two dimensions, and the armature unit which has arranged the coil to two dimensions are made to counter as a drive of each stages PST and MST, and drives each stages PST and MST according to electromagnetic force may be used. In this case, what is necessary is to connect either of a magnet unit and an armature unit to Stages PST and MST, and just to establish another side of a magnet unit and an armature unit in the migration side side of Stages PST and MST.

[0097]

The reaction force generated by migration of the substrate stage PST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member as indicated by JP,8-166475,A (USP5,528,118), so that it may not get across to projection optics PL.

[0098]

The reaction force generated by migration of a mask stage MST may be mechanically missed to the floor (earth) using a frame member as indicated by JP,8-330224,A (US S/N 08/416,558), so that it may not get across to projection optics PL.

[0099]

as mentioned above, the aligner EX of this application operation gestalt -- this application -- it is manufactured by assembling the various subsystems containing each component mentioned to the claim so that a predetermined mechanical precision, electric precision, and optical precision may be maintained. In order to secure these various precision, before and after this assembly, adjustment for attaining electric precision is performed about the adjustment for attaining mechanical precision about the adjustment for attaining optical precision about various optical system, and various mechanical systems, and various electric systems. Like the assembler from various subsystems to an aligner, the mechanical connections between [various] subsystems, wiring connection of an electrical circuit, piping connection of an atmospheric-pressure circuit, etc. are included. It cannot be overemphasized that it is in the front like the assembler from these various subsystems to an aligner like the assembler of each subsystem each. If it ends like the assembler to the aligner of various

subsystems, comprehensive adjustment will be performed and the various precision as the whole aligner will be secured. In addition, as for manufacture of an aligner, it is desirable to carry out in the clean room where temperature, an air cleanliness class, etc. were managed.

[0100]

As micro devices, such as a semiconductor device, are shown in drawing 8 With the aligner EX of step 201 which performs the function and engine-performance design of a micro device, step 202 which manufactures the mask (reticle) based on this design step, step 203 which manufactures the substrate which is the base material of a device, and the operation gestalt mentioned above It is manufactured through the exposure processing step 204 which exposes the pattern of a mask to a substrate, the device assembly step (a dicing process, a bonding process, and a package process are included) 205, and inspection step 206 grade.

[Brief Description of the Drawings]

[0101]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of the aligner of this invention.

[Drawing 2] It is the top view showing the example of arrangement of the liquid feeder style in the operation gestalt of this invention, and a liquid recovery device.

[Drawing 3] It is the sectional view showing 1 operation gestalt of feed zone material and stripping section material.

[Drawing 4] It is a mimetic diagram for explaining signs that a liquid supply location and a liquid recovery location change.

[Drawing 5] It is the block diagram showing an example of the control system in the operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] It is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of a measurement means.

[Drawing 7] It is the sectional view showing 1 operation gestalt of feed zone material and stripping section material.

[Drawing 8] It is the flow chart Fig. showing an example of the production process of the semiconductor device in the operation gestalt of this invention.

[Description of Notations]

[0102]

1 [15 16 / 31A, 32A / -- A projection field, AR2 / -- An immersion field, CONT / -- Control unit / EX / -- A substrate, PL / -- Projection optics, SP / -- Film member / -- An aligner, MRY -- Storage P / -- Recovery opening (recovery location), 70 -- A metering device (measurement means), AR1 / -- The pipe line 30 -- Liquid recovery device] -- A liquid, 10 -- A liquid feeder style, 13A, 14A -- Feed hopper (supply location)

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[0101]

[Drawing 1] It is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of the aligner of this invention.

[Drawing 2] It is the top view showing the example of arrangement of the liquid feeder style in the operation gestalt of this invention, and a liquid recovery device.

[Drawing 3] It is the sectional view showing 1 operation gestalt of feed zone material and stripping section material.

[Drawing 4] It is a mimetic diagram for explaining signs that a liquid supply location and a liquid recovery location change.

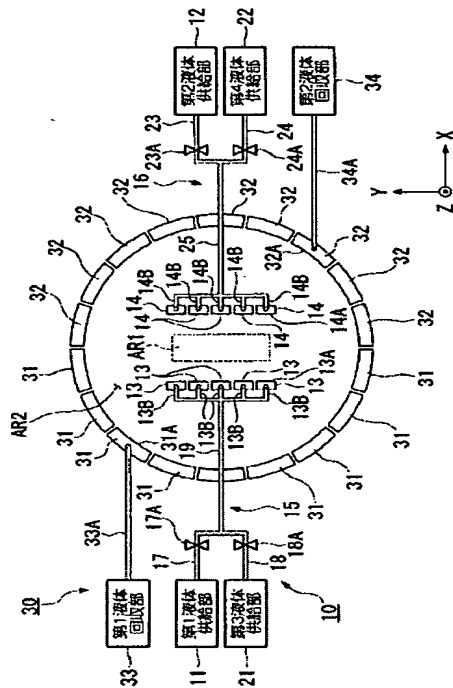
[Drawing 5] It is the block diagram showing an example of the control system in the operation gestalt of this invention.

[Drawing 6] It is the outline block diagram showing 1 operation gestalt of a measurement means.

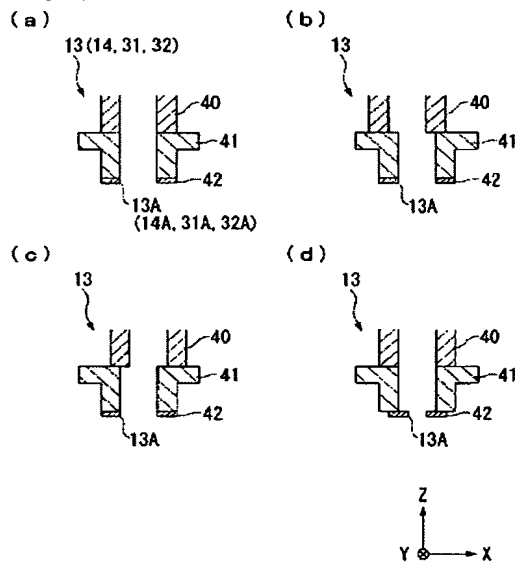
[Drawing 7] It is the sectional view showing 1 operation gestalt of feed zone material and stripping section material.

[Drawing 8] It is the flow chart Fig. showing an example of the production process of the semiconductor device in the operation gestalt of this invention.

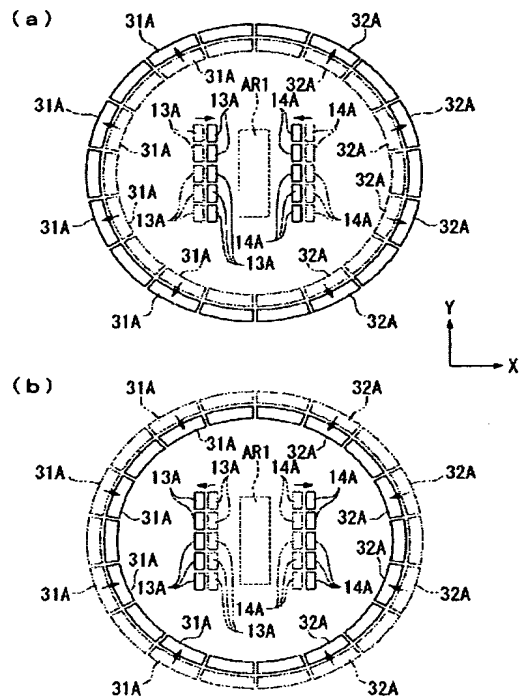
[Translation done.]



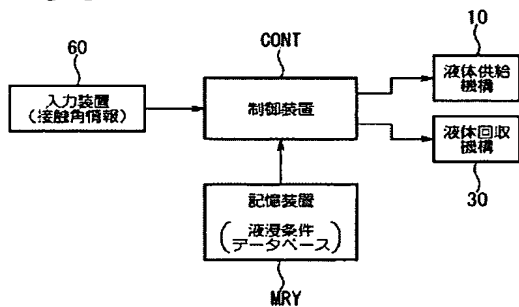
[Drawing 3]



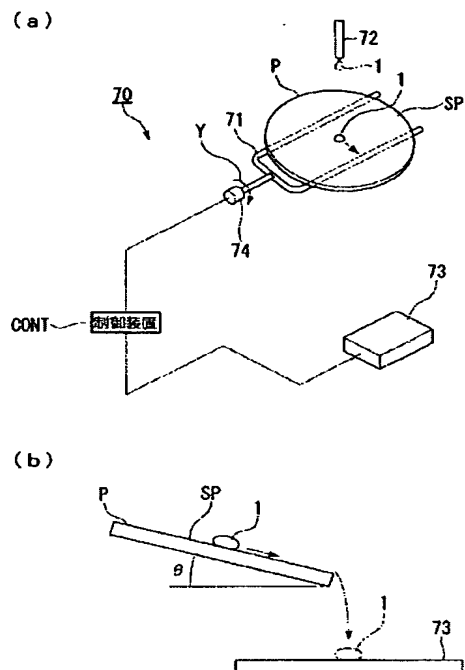
[Drawing 4]



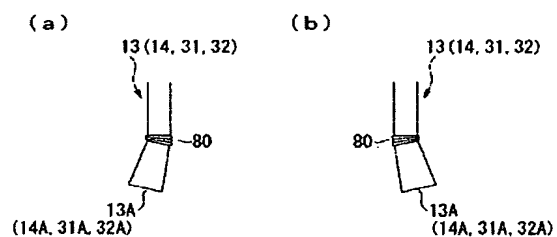
[Drawing 5]



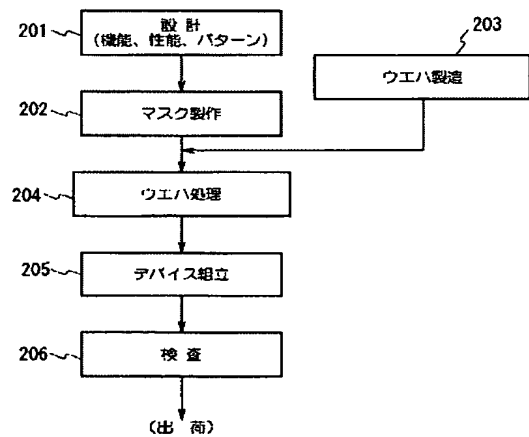
[Drawing 6]



[Drawing 7]



[Drawing 8]



[Translation done.]

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-012194
(43)Date of publication of application : 13.01.2005

(51)Int.Cl. H01L 21/027
G03F 7/20

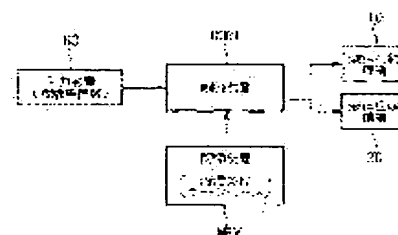
(21)Application number : 2004-151715 (71)Applicant : NIKON CORP
(22)Date of filing : 21.05.2004 (72)Inventor : NAGASAKA HIROYUKI

(30)Priority
Priority number : 2003146424 Priority date : 23.05.2003 Priority country : JP

(54) EXPOSURE METHOD AND DEVICE MANUFACTURING METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an exposure method by which immersion exposure can be performed smoothly on a plurality of substrates, each of which is provided with a plurality of kinds of photoresist layers.
SOLUTION: At the time of exposing a substrate to a pattern by projecting the image of the pattern upon the substrate through a projection optical system and a liquid, the condition of the liquid immersion performed on the substrate is decided in accordance with a film member formed on the liquid-contacted surface of the substrate.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
[Date of sending the examiner's decision of rejection]
[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
[Date of final disposal for application]
[Patent number]
[Date of registration]
[Number of appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

JP 2005-12194 A 2005.1.13

(11) 特許出願公開番号

特開2005-12194

(P 2 0 0 5 - 1 2 1 9 4 A)

(43) 公開日 平成17年1月13日 (2005.1.13)

(51) Int. Cl. ⁷

H 0 1 L 21/027

G 0 3 F 7/20

F I

H 0 1 L 21/30

G 0 3 F 7/20

H 0 1 L 21/30

5 1 5 D

5 2 1

5 1 6 F

テーマコード(参考)

5 F 0 4 6

審査請求 未請求 請求項の数20 O L (全21頁)

(21) 出願番号 特願2004-151715 (P2004-151715)
(22) 出願日 平成16年5月21日 (2004.5.21)
(31) 優先権主張番号 特願2003-146424 (P2003-146424)
(32) 優先日 平成15年5月23日 (2003.5.23)
(33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(71) 出願人 000004112
株式会社ニコン
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号
(74) 代理人 100064908
弁理士 志賀 正武
(74) 代理人 100108578
弁理士 高橋 詔男
(74) 代理人 100101465
弁理士 青山 正和
(74) 代理人 100107836
弁理士 西 和哉
(72) 発明者 長坂 博之
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株
式会社ニコン内
Fターム(参考) 5F046 BA03 CB24 CC01 DA27 DC10

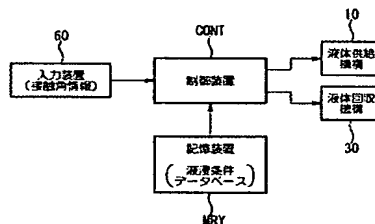
(54) 【発明の名称】 露光方法、並びにデバイス製造方法

(57) 【要約】

【課題】 複数種類のフォトリソスト層がそれぞれ設けられた複数の基板に対して、液浸露光を円滑に行うことができる露光方法を提供する。

【解決手段】 投影光学系と液体とを介してパターンの像を基板上に投影することにより基板を露光する際、基板上の液体接触面に形成される膜部材に応じて、基板の液浸条件を決定する。

【選択図】 図5



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

投影光学系と液体とを介してパターンの像を基板上に投影することにより前記基板を露光する露光方法において、

前記基板上の液体接触面に形成される膜部材に応じて、前記基板の液浸条件を決定することを特徴とする露光方法。

【請求項 2】

前記液浸条件を、前記膜部材の前記液体との親和性に応じて決定することを特徴とする請求項 1 記載の露光方法。

【請求項 3】

前記親和性は、前記膜部材に対する前記液体の接触角を含むことを特徴とする請求項 2 記載の露光方法。

【請求項 4】

前記液浸条件は、前記液体の前記基板上への供給条件を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 5】

前記供給条件は、前記液体の供給位置を含むことを特徴とする請求項 4 記載の露光方法。

【請求項 6】

前記液体の供給位置の前記投影光学系の投影領域に対する距離を前記膜部材に応じて調整することを特徴とする請求項 5 記載の露光方法。

【請求項 7】

前記液浸条件は、前記液体の供給量を含むことを特徴とする請求項 4 ～ 6 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 8】

前記液浸条件は、液浸露光用の液体の前記基板上からの回収条件を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 7 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 9】

前記液浸条件は、前記液体の回収位置を含むことを特徴とする請求項 8 記載の露光方法。

【請求項 10】

前記液体の回収位置の前記投影光学系の投影領域に対する距離を前記膜部材に応じて調整することを特徴とする請求項 9 記載の露光方法。

【請求項 11】

前記液浸条件は、前記液体の回収力の調整を含むことを特徴とする請求項 8 ～ 10 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 12】

前記液浸条件は、前記基板上に供給される液体の種類を含むことを特徴とする請求項 1 ～ 11 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 13】

前記液浸条件は、前記基板の移動条件も考慮して決定されることを特徴とする請求項 1 ～ 12 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 14】

前記親和性に応じて、前記基板の露光条件を決定することを特徴とする請求項 2 ～ 12 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 15】

前記基板の露光条件は、前記液浸領域が形成される基板の移動条件を含むことを特徴とする請求項 14 記載の露光方法。

【請求項 16】

前記基板は所定の走査方向に移動しながら走査露光され、前記膜部材の前記液体との親

10

20

30

40

50

和性に応じて、前記走査露光条件を決定することを特徴とする請求項 1 4 又は 1 5 記載の露光方法。

【請求項 1 7】

前記親和性に応じて、前記走査露光中の基板の移動速度を決定することを特徴とする請求項 1 6 記載の露光方法。

【請求項 1 8】

前記露光は、前記基板上の一部の液浸領域において行われることを特徴とする請求項 1 ～ 1 7 のいずれか一項記載の露光方法。

【請求項 1 9】

前記液浸条件の決定に先立って、前記基板上に形成されている膜部材の情報を入力することを特徴とする請求項 1 ～ 1 8 のいずれか一項記載の露光方法。 10

【請求項 2 0】

請求項 1 ～ 請求項 1 9 のいずれか一項記載の露光方法を用いることを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、投影光学系と液体とを介してパターンの像を基板上に投影することにより基板を露光する露光方法、並びにデバイス製造方法に関するものである。

【背景技術】

【0 0 0 2】

半導体デバイスや液晶表示デバイスは、マスク上に形成されたパターンを感光性の基板上に転写する、いわゆるフォトリソグラフィの手法により製造される。このフォトリソグラフィ工程で使用される露光装置は、マスクを支持するマスクステージと基板を支持する基板ステージとを有し、マスクステージ及び基板ステージを逐次移動しながらマスクのパターンを投影光学系を介して基板に転写するものである。近年、デバイスパターンのより一層の高集積化に対応するために投影光学系の更なる高解像度化が望まれている。投影光学系の解像度は、使用する露光波長が短くなるほど、また投影光学系の開口数が高いほど高くなる。そのため、露光装置で使用される露光波長は年々短波長化しており、投影光学系の開口数も増大している。そして、現在主流の露光波長は、KrFエキシマレーザの 248 nm であるが、更に短波長の ArF エキシマレーザの 193 nm も実用化されつつある。また、露光を行う際には、解像度と同様に焦点深度 (DOF) も重要となる。解像度 R、及び焦点深度 δ はそれぞれ以下の式で表される。 30

【0 0 0 3】

$$R = k_1 \cdot \lambda / NA \quad \dots (1)$$

$$\delta = \pm k_2 \cdot \lambda / NA^2 \quad \dots (2)$$

ここで、 λ は露光波長、NA は投影光学系の開口数、 k_1 、 k_2 はプロセス係数である。(1) 式、(2) 式より、解像度 R を高めるために、露光波長 λ を短くして、開口数 NA を大きくすると、焦点深度 δ が狭くなることが分かる。

【0 0 0 4】

焦点深度 δ が狭くなり過ぎると、投影光学系の像面に対して基板表面を合致させることが困難となり、露光動作時のフォーカスマージンが不足する恐れがある。そこで、実質的に露光波長を短くして、且つ焦点深度を広くする方法として、例えば下記特許文献 1 に開示されている液浸法が提案されている。この液浸法は、投影光学系の下面と基板表面との間を水や有機溶媒等の液体で満たし、液体中での露光光の波長が、空気中の $1/n$ (n は液体の屈折率で通常 1.2 ～ 1.6 程度) になることを利用して解像度を向上するとともに、焦点深度を約 n 倍に拡大するというものである。 40

【特許文献 1】国際公開第 99/49504 号パンフレット

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

ところで、露光対象である基板上に設けられるフォトレジスト層、あるいはその上層に設けられるトップコート層等の膜部材には種々の材料が用いられることが通常であるが、液浸領域の液体との接触面となる前記膜部材の種類が変更された場合、液浸露光用の液体に対する親和性が変化する。液浸露光では、基板上に液体を供給する動作と基板上的液体を回収する動作とが行われるが、膜部材に対する液体の親和性が変化すると、液体回収動作や液体供給動作を円滑に行うことができなくなる可能性がある。この場合、液浸露光装置の汎用性が著しく低下するといった問題が生じる。

【 0 0 0 6 】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、異なる種類の膜部材が設けられた基板のそれぞれに対して液浸露光を円滑に行うことができる露光方法並びにデバイス製造方法を提供することを目的とする。特に、本発明は基板上に形成される種々の膜部材に最適化した液浸条件の下で液浸露光を実現することができる露光方法並びにデバイス製造方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 7 】

上記の課題を解決するため、本発明は実施の形態に示す図 1 ～ 図 8 に対応付けした以下の構成を採用している。

【 0 0 0 8 】

本発明の露光方法は、投影光学系（P L）と液体（1）とを介してパターンの像を基板（P）上に投影することにより基板（P）を露光する露光方法において、基板（P）上の液体接触面に形成される膜部材（S P）に応じて、基板（P）の液浸条件を決定すること

【 0 0 0 9 】

を特徴とする。本発明によれば、基板上的液体接触面に形成される膜部材、具体的にはフォトレジスト層、あるいはこの上層に形成されるトップコート層に応じて、基板の液浸条件を決定することで、異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板のそれぞれに対して最適な液浸条件で液浸露光処理を行うことができる。なお、「液浸条件」とは、基板を液体を介して露光するときに、基板上に液浸領域を形成するための条件を意味し、液体を基板上に供給する条件、基板上から液体を回収する条件、基板上に供給する液体の種類などを含む概念である。

【 0 0 1 0 】

本発明のデバイス製造方法は、上記記載の露光方法を用いることを特徴とする。本発明によれば、様々な種類の基板に対して良好な液浸条件のもとで高いパターン転写精度でパターンを転写でき、所望の性能を発揮できるデバイスを提供できる。

【発明の効果】

【 0 0 1 1 】

本発明によれば、基板上的液体接触面に形成される膜部材に応じて、基板に対して行われる液浸条件を決定することで、異なる種類の膜部材が設けられた複数の基板のそれぞれに対して円滑に液浸露光処理を行うことができ、高い汎用性を持たせることができる。特に、本発明は、半導体デバイスや液晶表示デバイスなどの種々の異なる対象物を露光処理する生産ラインにおいて、液浸条件を迅速に切り換えて高集積化されたデバイスを高いスループットで生産することに貢献する。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 2 】

以下、本発明の露光装置について図面を参照しながら説明する。図 1 は本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【 0 0 1 3 】

図 1 において、露光装置 E X は、マスク（レチクル）M を支持するマスクステージ M S T と、基板 P を支持する基板ステージ P S T と、マスクステージ M S T に支持されている

マスクMを露光光ELで照明する照明光学系ILと、露光光ELで照明されたマスクMのパターンの像を基板ステージPSTに支持されている基板Pに投影露光する投影光学系PLと、露光装置EX全体の動作を統括制御する制御装置CONTと、制御装置CONTに接続され、露光動作に関する各種情報を記憶した記憶装置MRYとを備えている。

【 0 0 1 4 】

本実施形態の露光装置EXは、露光波長を実質的に短くして解像度を向上するとともに焦点深度を実質的に広くするために液浸法を適用した液浸露光装置であって、基板P上に液体1を供給する液体供給機構10と、基板P上の液体1を回収する液体回収機構30とを備えている。露光装置EXは、少なくともマスクMのパターン像を基板P上に転写している間、液体供給機構10から供給した液体1により投影光学系PLの投影領域AR1を含む基板P上の少なくとも一部に液浸領域AR2を形成する。具体的には、露光装置EXは、投影光学系PLの先端部の光学素子2と基板Pの表面（露光面）との間に液体1を満たし、この投影光学系PLと基板Pとの間の液体1及び投影光学系PLを介してマスクMのパターン像を基板P上に投影し、基板Pを露光する。

【 0 0 1 5 】

ここで、本実施形態では、露光装置EXとしてマスクMと基板Pとを走査方向（所定方向）における互いに異なる向き（逆方向）に同期移動しつつマスクMに形成されたパターンを基板Pに露光する走査型露光装置（所謂スキニングステッパ）を使用する場合を例にして説明する。以下の説明において、水平面内においてマスクMと基板Pとの同期移動方向（走査方向、所定方向）をX軸方向、水平面内においてX軸方向と直交する方向をY軸方向（非走査方向）、X軸及びY軸方向に垂直で投影光学系PLの光軸AXと一致する方向をZ軸方向とする。また、X軸、Y軸、及びZ軸まわり方向をそれぞれ、 θX 、 θY 、及び θZ 方向とする。

【 0 0 1 6 】

基板Pは、デバイスの基材（半導体ウエハやガラス基板）上にフォトレジスト層、あるいはこのフォトレジスト層の上層に設けられるトップコート層（保護層）からなる膜部材SPを設けたものである。したがって、基板P上の最上層に設けられた膜部材SPは、液浸露光時において液体1に接触する液体接触面を形成する。フォトレジスト層としては、例えば、東京応化工業株式会社製P6111が用いられ、トップコート層としては、例えば、東京応化工業株式会社製TSP-3Aが用いられる。これらの膜部材の材料特性、特に、用いる液体との濡れ性又は接触角に応じて、液浸条件が決定される。

【 0 0 1 7 】

照明光学系ILは、マスクステージMSTに支持されているマスクMを露光光ELで照明するものであり、露光用光源、露光用光源から射出された光束の照度を均一化するオブティカルインテグレータ、オブティカルインテグレータからの露光光ELを集光するコンデンサレンズ、リレーレンズ系、露光光ELによるマスクM上の照明領域IAをスリット状に設定する可変視野絞り等を有している。マスクM上の所定の照明領域IAは照明光学系ILにより均一な照度分布の露光光ELで照明される。照明光学系ILから射出される露光光ELとしては、例えば水銀ランプから射出される紫外域の輝線（g線、h線、i線）及びKrFエキシマレーザ光（波長248nm）等の遠紫外光（DUV光）や、ArFエキシマレーザ光（波長193nm）及びF₂レーザ光（波長157nm）等の真空紫外光（VUV光）などが用いられる。本実施形態では、ArFエキシマレーザ光が用いられる。

【 0 0 1 8 】

マスクステージMSTは、マスクMを支持するものであって、投影光学系PLの光軸AXに垂直な平面内、すなわちXY平面内で2次元移動可能及び θZ 方向に微小回転可能である。マスクステージMSTはリニアモータ等のマスクステージ駆動装置MSTDにより駆動される。マスクステージ駆動装置MSTDは制御装置CONTにより制御される。マスクステージMST上には移動鏡50が設けられている。また、移動鏡50に対向する位置にはレーザ干渉計51が設けられている。マスクステージMST上のマスクMの2次元

10

20

30

40

50

方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 5 1 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 5 1 の計測結果に基づいてマスクステージ駆動装置 M S T D を駆動することでマスクステージ M S T に支持されているマスク M の位置決めを行う。

【 0 0 1 9 】

投影光学系 P L は、マスク M のパターンを所定の投影倍率 β で基板 P に投影露光するものであって、基板 P 側の先端部に設けられた光学素子（レンズ）2 を含む複数の光学素子で構成されており、これら光学素子は鏡筒 P K で支持されている。また、投影光学系 P L には、この投影光学系 P L の結像特性（光学特性）を調整可能な結像特性制御装置 3 が設けられている。結像特性制御装置 3 は、投影光学系 P L を構成する複数の光学素子の一部を移動可能な光学素子駆動機構、及び鏡筒 P K 内の複数の光学素子間のうちの特定の空間の圧力を調整する圧力調整機構を含んで構成されている。光学素子駆動機構は、投影光学系 P L を構成する複数の光学素子のうちの特定の光学素子を光軸 A X 方向に移動したり、光軸 A X に対して傾斜する。結像特性制御装置 3 は制御装置 C O N T により制御され、制御装置 C O N T は結像特性制御装置 3 を介して、投影光学系 P L の投影倍率や像面位置を調整可能である。

10

【 0 0 2 0 】

本実施形態において、投影光学系 P L は、投影倍率 β が例えば $1/4$ あるいは $1/5$ の縮小系である。なお、投影光学系 P L は等倍系及び拡大系のいずれでもよい。また、本実施形態の投影光学系 P L の先端部の光学素子 2 は鏡筒 P K に対して着脱（交換）可能に設けられている。また、先端部の光学素子 2 は鏡筒 P K より露出しており、液浸領域 A R 2 の液体 1 は光学素子 2 に接触する。これにより、金属からなる鏡筒 P K の腐蝕等が防止されている。

20

【 0 0 2 1 】

また、露光装置 E X は、フォーカス検出系 4 を有している。フォーカス検出系 4 は、発光部 4 a と受光部 4 b とを有し、発光部 4 a から液体 1 を介して基板 P 表面（露光面）に斜め方向から検出光を投射し、その反射光を受光部 4 b で受光する。制御装置 C O N T は、フォーカス検出系 4 の動作を制御するとともに、受光部 4 b の受光結果に基づいて、所定基準面に対する基板 P 表面の Z 軸方向における位置（フォーカス位置）を検出する。また、基板 P 表面における複数の各点での各フォーカス位置を求めることにより、フォーカス検出系 4 は基板 P の傾斜方向の姿勢を求めることもできる。

30

【 0 0 2 2 】

基板ステージ P S T は、基板 P を支持するものであって、基板 P を基板ホルダを介して保持する Z ステージ 5 2 と、Z ステージ 5 2 を支持する X Y ステージ 5 3 と、X Y ステージ 5 3 を支持するベース 5 4 とを備えている。基板ステージ P S T はリニアモータ等の基板ステージ駆動装置 P S T D により駆動される。基板ステージ駆動装置 P S T D は制御装置 C O N T により制御される。なお、Z ステージと X Y ステージとを一体的に設けてよいことは言うまでもない。基板ステージ P S T の X Y ステージ 5 3 を駆動することにより、基板 P の X Y 方向における位置（投影光学系 P L の像面と実質的に平行な方向の位置）が制御される。

40

【 0 0 2 3 】

基板ステージ P S T （Z ステージ 5 2）上には移動鏡 5 5 が設けられている。また、移動鏡 5 5 に対向する位置にはレーザ干渉計 5 6 が設けられている。基板ステージ P S T 上の基板 P の 2 次元方向の位置、及び回転角はレーザ干渉計 5 6 によりリアルタイムで計測され、計測結果は制御装置 C O N T に出力される。制御装置 C O N T はレーザ干渉計 5 6 の計測結果に基づいて基板ステージ駆動装置 P S T D を介して X Y ステージ 5 3 を駆動することで基板ステージ P S T に支持されている基板 P の X 軸方向及び Y 軸方向における位置決めを行う。

【 0 0 2 4 】

また、制御装置 C O N T は基板ステージ駆動装置 P S T D を介して基板ステージ P S T

50

のZステージ52を駆動することにより、Zステージ52に保持されている基板PのZ軸方向における位置（フォーカス位置）、及び θX 、 θY 方向における位置を制御する。すなわち、Zステージ52は、フォーカス検出系4の検出結果に基づく制御装置CONTからの指令に基づいて動作し、基板Pのフォーカス位置（Z位置）及び傾斜角を制御して基板Pの表面（露光面）を投影光学系PL及び液体1を介して形成される像面に合わせ込む。

【0025】

基板ステージPST（Zステージ52）上には、基板Pを囲むように補助プレート57が設けられている。補助プレート57は基板ホルダに保持された基板Pの表面とほぼ同じ高さの平面を有している。ここで、基板Pのエッジと補助プレート57の間には1~2mm程度の隙間があるが、液体1の表面張力によりその隙間に液体1が流れ込むことはほとんどなく、基板Pの周縁近傍を露光する場合にも、補助プレート57により投影光学系PLの下に液体1を保持することができる。

【0026】

液体供給機構10は、基板P上に液浸露光用の液体1を供給するものであって複数種の液体1を供給可能である。本実施形態において、液体供給機構10は第1の液体である純水と第2の液体であるフッ素系オイル（フッ素系流体）との2種類の液体1を供給可能である。液体供給機構10は、第1の液体（純水）を送出可能な第1液体供給部11及び第2液体供給部12と、第2の液体（フッ素系オイル）を送出可能な第3液体供給部21及び第4液体供給部22と、第1液体供給部11及び第3液体供給部21に接続され、第1の液体（純水）及び第2の液体（フッ素系オイル）のうちいずれか一方を選択し、この選択した液体1を基板P上に供給する第1配管系15と、第2液体供給部12及び第4液体供給部22に接続され、第1の液体（純水）及び第2の液体（フッ素系オイル）のうちいずれか一方を選択し、この選択した液体1を基板P上に供給する第2配管系16とを有している。

【0027】

図2は液体供給機構10及び液体回収機構30の概略構成を示す平面図である。図1及び図2に示すように、第1配管系15は、第1液体供給部11及び第3液体供給部21のいずれか一方から送出された液体1を流通する供給管19を備えており、この供給管19の一端部は管17、18を介して第1液体供給部11及び第3液体供給部21のそれぞれに接続されている。一方、供給管19の他端部は、複数の分岐管13Bを介して複数の第1供給部材13のそれぞれに接続されている。複数の第1供給部材13はY軸方向に並んで配置されており、その供給口13Aを基板Pの表面に向けて近接させている。本実施形態において、第1供給部材13は5つ並んで配置されている。そして、これら第1供給部材13は、Y軸方向（非走査方向）を長手方向とするスリット状（矩形状）に設定された投影光学系PLの投影領域AR1に対して走査方向一方側（-X側）に設けられている。

【0028】

管17、18には弁17A、18Aがそれぞれ設けられており、弁17A、18Aの動作は制御装置CONTに制御される。制御装置CONTは、弁17A、18Aを使って、管17を開放するとともに管18を閉塞し、第1液体供給部11を駆動することにより、第1液体供給部11から第1の液体（純水）を管17、供給管19、及び第1供給部材13を介して供給口13Aより基板P上に供給する。一方、制御装置CONTは、弁17A、18Aを使って、管18を開放するとともに管17を閉塞し、第3液体供給部21を駆動することにより、第3液体供給部21から第2の液体（フッ素系オイル）を管18、供給管19、及び第1供給部材13を介して供給口13Aより基板P上に供給する。

【0029】

第2配管系16は、第2液体供給部12及び第4液体供給部22のいずれか一方から送出された液体1を流通する供給管25を備えており、この供給管25の一端部は管23、24を介して第2液体供給部12及び第4液体供給部22のそれぞれに接続されている。一方、供給管25の他端部は、複数の分岐管14Bを介して複数の第2供給部材14のそ

10

20

30

40

50

れぞれに接続されている。複数の第2供給部材14はY軸方向に並んで配置されており、その供給口14Aを基板Pの表面に近接させている。第2供給部材14は、第1供給部材13同様、5つ並んで配置されている。そして、これら第2供給部材14は投影領域AR1に対して走査方向他方側(+X側)に設けられている。

【0030】

管23、24には弁23A、24Aがそれぞれ設けられており、弁23A、24Aの動作は制御装置CONTに制御される。制御装置CONTは、弁23A、24Aを使って、管23を開放するとともに管24を閉塞し、第2液体供給部12を駆動することにより、第2液体供給部12から第1の液体(純水)を管23、供給管25、及び第2供給部材14を介して供給口14Aより基板P上に供給する。一方、制御装置CONTは、弁23A、24Aを使って、管24を開放するとともに管23を閉塞し、第4液体供給部22を駆動することにより、第4液体供給部22から第2の液体(フッ素系オイル)を管24、供給管25、及び第2供給部材14を介して供給口14Aより基板P上に供給する。

10

【0031】

上記第1～第4の各液体供給部11、12、21、22のそれぞれは、液体1を収容するタンク、及び加圧ポンプ等を備えており、これら各液体供給部11、12、21、22の液体供給動作は制御装置CONTにより制御され、制御装置CONTは、各液体供給部11、12、21、22による基板P上に対する単位時間あたりの液体供給量をそれぞれ独立して制御可能である。また、各液体供給部11、12、21、22のそれぞれは液体の温度調整機構を有しており、装置が収容されるチャンバ内の温度とほぼ同じ23℃の液体1を基板P上に供給するようになっている。

20

【0032】

このように、液体供給機構10は、配管系15、16を使って、複数種(ここでは2種)の液浸露光用の液体1を選択的に使用するための液体供給動作を行う。そして、図2に示すように、液体1が満たされた液浸領域AR2は投影領域AR1を含むように基板P上の一部に形成される。液体供給機構10は、複数の第1、第2供給部材13、14の供給口13A、14Aのそれぞれより、投影領域AR1の両側で液体1を同時に供給する。

【0033】

以下の説明では、液体供給機構10は液浸露光用の液体1として純水を供給するものとする。純水は、露光光ELがArFエキシマレーザ光であっても透過可能である。また、純水は紫外域の輝線(g線、h線、i線)及びKrFエキシマレーザ光(波長248nm)等の遠紫外光(DUV光)も透過可能である。また、投影光学系PLの先端の光学素子2は蛍石で形成されている。蛍石は純水との親和性が高いので、光学素子2の液体接触面2aのほぼ全面に液体1を密着させることができる。すなわち、本実施形態においては光学素子2の液体接触面2aとの親和性が高い液体(水)1を供給するようにしているので、光学素子2の液体接触面2aと液体1との密着性が高く、光学素子2は水との親和性が高い石英であってもよい。また光学素子2の液体接触面2aに親水化(親液化)処理を施して、液体1との親和性をより高めるようにしてもよい。

30

【0034】

液体回収機構30は基板P上の液体1を回収するものであって、基板Pの表面に近接して配置された回収口31A、32Aを有する複数の第1、第2回収部材31、32と、この第1、第2回収部材31、32のそれぞれに回収管33A、34Aを介して接続された第1、第2液体回収部33、34とを備えている。回収管33Aは複数の第1回収部材31のそれぞれに接続され、回収管34Aも複数の第2回収部材32のそれぞれに接続されているが、図2ではその図示を一部省略している。複数の第1回収部材31は、投影領域AR1の-X側において、略円弧状に配置されており、その回収口31Aを基板Pの表面に向くように配置されている。また、複数の第2回収部材32は、投影領域AR2の+X側において、略円弧状に配置されており、その回収口32Aを基板Pの表面に向くように配置されている。そして、これら複数の第1、第2回収部材31、32は、液体供給機構10の第1、第2供給部材13、14、及び投影領域AR1を取り囲むように配置されて

40

50

いる。

【 0 0 3 5 】

第 1、第 2 液体回収部 3 3、3 4 は例えば真空ポンプ等の吸引装置、及び回収した液体 1 を收容するタンク等を備えており、基板 P 上の液体 1 を第 1、第 2 回収部材 3 1、3 2、及び回収管 3 3 A、3 4 A を介して回収する。第 1、第 2 液体回収部 3 3、3 4 の液体回収動作は制御装置 C O N T により制御され、制御装置 C O N T は第 1、第 2 液体回収部 3 3、3 4 による単位時間あたりの液体回収量（回収力）を制御可能である。第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 の供給口から基板 P 上に供給された液体 1 は、投影光学系 P L の先端部（光学素子 2）の下端面と基板 P との間に濡れ拡がるように供給される。また、投影領域 A R 1 に対して第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 の外側に流出した液体 1 は、この第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 より投影領域 A R 1 に対して外側に配置されている第 1、第 2 回収部材 3 1、3 2 の回収口より回収される。

10

【 0 0 3 6 】

図 3 は、第 1 供給部材 1 3 を拡大断面図である。図 3（a）において、第 1 供給部材 1 3 は、本体部材 4 0 と、本体部材 4 0 の下方において本体部材 4 0 に対してスライド可能なスライド部材 4 1 と、スライド部材 4 1 の下端部である供給口 1 3 A に設けられ、スライド部材 4 1 に対して X 方向にスライドすることにより供給口 1 3 A の大きさを変更可能なシャッタ部材 4 2 とを備えている。スライド部材 4 1 及びシャッタ部材 4 2 は不図示の駆動装置によりスライド移動される。そして、図 3（b）に示すように、スライド部材 4 1 が本体部材 4 0 に対して + X 方向に移動することにより、供給口 1 3 A の位置が + X 側に移動し、図 3（c）に示すように、スライド部材 4 1 が本体部材 4 0 に対して - X 方向に移動することにより、供給口 1 3 A の位置が - X 側に移動する。また、図 3（d）に示すように、シャッタ部材 4 2 が供給口 1 3 A の内側に向かって移動することにより、供給口 1 3 A が小さくなる。

20

【 0 0 3 7 】

そして、第 2 供給部材 1 4、第 1 回収部材 3 1、及び第 2 回収部材 3 2 のそれぞれは、第 1 供給部材 1 3 と同等の構成を有している。したがって、第 2 供給部材 1 4 はその供給口 1 4 A の位置及び大きさを変更可能であり、同様に、第 1、第 2 回収部材 3 1、3 2 のそれぞれはその回収口 3 1 A、3 2 A の位置及び大きさを変更可能である。

【 0 0 3 8 】

図 4 は、第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 の液体供給位置、及び第 1、第 2 回収部材 3 1、3 2 の液体回収位置が変更される様子を示す模式図である。制御装置 C O N T は、第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 の駆動装置、及び第 1、第 2 回収部材 3 1、3 2 の駆動装置を駆動することにより、図 4（a）に示すように、第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 による液体供給位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対して近づけることができるとともに、第 1、第 2 回収部材 3 1、3 2 による液体回収位置を投影領域 A R 1 に対して離すことができる。また、図 4（b）に示すように、制御装置 C O N T は、第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 の駆動装置、及び第 1、第 2 回収部材 3 1、3 2 の駆動装置を駆動することにより、第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 による液体供給位置を投影領域 A R 1 に対して離すことができるとともに、第 1、第 2 回収部材 3 1、3 2 による液体回収位置を投影領域 A R 1 に対して近づけることができる。そして、第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 による液体供給位置、及び第 1、第 2 回収部材 3 1、3 2 による液体回収位置は、それぞれ独立して調整可能となっている。

30

40

【 0 0 3 9 】

次に、上述した露光装置 E X を用いてマスク M のパターンの像を投影光学系 P L と液浸領域 A R 2 の液体 1 とを介して基板 P 上に投影露光する方法について説明する。

【 0 0 4 0 】

ここで、本実施形態における露光装置 E X は、マスク M と基板 P とを X 軸方向（走査方向）に移動しながらマスク M のパターン像を基板 P に投影露光するものであって、走査露光時には、投影光学系 P L の先端部直下のスリット状（矩形状）の投影領域 A R 1 に、照

50

明領域 I A に応じたマスク M の一部のパターン像が投影され、投影光学系 P L に対して、マスク M が - X 方向 (又は + X 方向) に速度 V で移動するのに同期して、X Y ステージ 5 3 を介して基板 P が + X 方向 (又は - X 方向) に速度 $\beta \cdot V$ (β は投影倍率) で移動する。そして、基板 P 上には複数のショット領域が設定されており、1 つのショット領域への露光終了後に、基板 P のステッピング移動によって次のショット領域が走査開始位置に移動し、以下、ステップ・アンド・スキャン方式で基板 P を移動しながら各ショット領域 S A に対する走査露光処理が順次行われる。

【 0 0 4 1 】

また、図 5 に示すブロック図のように、記憶装置 M R Y には、液浸露光を行うための液浸条件に関する情報が記憶されている (液浸条件データベース)。具体的には、記憶装置 M R Y は、液浸露光時において基板 P 上の液体 1 に接触する液体接触面に形成されている膜部材 S P と液体 1 との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係が複数マップデータとして記憶されている。ここで、膜部材 S P と液体 1 との親和性に関する情報は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角情報を含む。更に、記憶装置 M R Y には、液体 1 の材料特性 (例えば揮発性や粘性、密度、表面張力など) に応じた液浸露光条件が予め記憶されている。なお、後述するように、種々の膜部材 S P とそれらの膜部材 S P に好適な液体種を予め調査しておき、膜部材 S P とその膜部材に好適な液体種の組み合わせ並びにその組み合わせに最適な液浸条件を記憶装置 M R Y に保存しておいてもよい。

【 0 0 4 2 】

液浸露光処理を行うに際し、露光処理されるべき基板 P の膜部材情報が入力装置 6 0 を介して制御装置 C O N T に入力される。入力される膜部材情報には、膜部材 S P と液体 1 との接触角に関する情報が含まれている。制御装置 C O N T は、入力された膜部材情報 (接触角に関する情報) に応じて、記憶装置 M R Y に予め記憶されている、膜部材 S P と液体 1 との親和性 (接触角) とその親和性 (接触角) に対応する液浸条件との関係 (マップデータ) を参照し、露光処理されるべき基板 P に対する最適な液浸条件を選択し、決定する。

【 0 0 4 3 】

ここで、液浸条件は、液浸露光用の液体 1 の基板 P 上への供給条件を含む。また、液体 1 の供給条件は、基板 P 上に対する液体供給位置に関する条件、及び単位時間あたりの液体供給量に関する条件を含む。

【 0 0 4 4 】

更に、液浸条件は、液浸露光用の液体 1 の基板 P 上からの回収条件を含む。また、液体 1 の回収条件は、基板 P 上での液体回収位置に関する条件、及び単位時間あたりの液体回収量 (液体回収力) に関する条件を含む。

【 0 0 4 5 】

例えば、制御装置 C O N T は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角に応じて、液体供給機構 1 0 の液体供給量及び液体回収機構 3 0 の液体回収量を調整する。具体的には、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が大きい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して撥液性 (撥水性) を有していることになるので、基板 P (膜部材 S P) 上に液体 1 を供給した際、この液体 1 は過剰に濡れ拡がらない。したがって、この膜部材 S P に対して液体 1 を供給する場合、液体供給機構 1 0 は、例えば単位時間あたりの液体供給量を多くする。こうすることにより、基板 P (膜部材 S P) 表面に対して液体 1 を良好に濡れ拡がらせることができ、液浸領域 A R 2 を円滑に形成できる。また、膜部材 S P が撥液性を有する場合、走査露光のために基板 P を走査移動すると、液体 1 が基板 P (膜部材 S P) に対して剥離を生じやすくなるが、液体供給量を多くすることで、液体 1 の剥離の発生を抑えることができる。

【 0 0 4 6 】

また、膜部材 S P が液体 1 に対して撥液性 (撥水性) である場合、液体 1 は過剰に濡れ拡がらないので、液体回収機構 3 0 は基板 P (膜部材 S P) 上の液体 1 を比較的回収しやすい。したがって、液体回収機構 3 0 は、液体回収力 (液体回収部の駆動力)、すなわち

単位時間あたりの液体回収量を低減しても液体 1 を円滑に回収できる。したがって、液体回収部の駆動に起因する振動の発生を抑制することができる。

【 0 0 4 7 】

一方、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が小さい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して親液性（親水性）を有していることになるので、基板 P（膜部材 S P）上に液体 1 を供給した際、この液体 1 は濡れ拡がりやすい。したがって、この膜部材 S P に対して液体 1 を供給する場合、液体供給機構 1 0 は、例えば単位時間あたりの液体供給量を少なくしても、基板 P（膜部材 S P）表面に対して液体 1 を良好に濡れ拡がらせることができ、液浸領域 A R 2 を円滑に形成できる。また、液体供給量を低減できるので、液体 1 の浪費を抑え、液体供給部の駆動に起因する振動の発生を抑制することができる。

10

【 0 0 4 8 】

また、膜部材 S P が液体 1 に対して親液性（親水性）である場合、液体 1 は基板 P（膜部材 S P）上で濡れ拡がりやすいので、液体回収機構 3 0 は基板 P（膜部材 S P）上の液体 1 を回収しづらくなる可能性がある。したがって、液体回収機構 3 0 は、液体回収力（液体回収部の駆動力）、すなわち単位時間あたりの液体回収量を多くする。こうすることにより、液体回収機構 3 0 は液体 1 を円滑に回収できる。

【 0 0 4 9 】

また、制御装置 C O N T は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角に応じて、液体供給機構 1 0 の液体供給位置及び液体回収機構 3 0 の液体回収位置を調整することができる。

例えば、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が大きい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して撥液性（撥水性）を有していることになるので、基板 P（膜部材 S P）上に液体 1 を供給した際、この液体 1 は濡れ拡がりにくくなるので、走査露光するために基板 P を液体 1 に対して移動する際、基板 P（膜部材 S P）に対する液体 1 の剥離が生じやすくなる可能性がある。したがって、液体供給機構 1 0 は、その液体供給位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 より離れた位置に、すなわち、液体供給位置の投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対する距離を長くして、液浸領域 A R 2 を大きく形成することにより、基板 P を走査移動した際に液体 1 の剥離の発生を抑えることができる。液体供給位置の調整は、図 3 を参照して説明したように、供給部材 1 3、1 4 の本体部材 4 0 に対してスライド部材 4 1 をスライドさせればよい。

20

【 0 0 5 0 】

また、液体 1 が膜部材 S P に対して撥液性（撥水性）である場合、過剰に濡れ拡がらないので、上述したように、液体回収機構 3 0 は基板 P（膜部材 S P）上の液体 1 を比較的回収しやすい。したがって、液体回収機構 3 0 は、その液体回収位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に近い位置に、すなわち、液体回収位置の投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対する距離を短くしても、液体 1 を円滑に回収できる。したがって、液体回収機構 3 0 が占有するスペースをコンパクト化できる。

30

【 0 0 5 1 】

一方、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が小さい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して親液性（親水性）を有していることになるので、基板 P（膜部材 S P）上に液体 1 を供給した際、この液体 1 は濡れ拡がりやすい。したがって、この膜部材 S P に対して液体 1 を供給する場合には、液体供給機構 1 0 は、その液体供給位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に近い位置に、すなわち、液体供給位置の投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対する距離を短くすることにより、液体 1 の外側への漏洩を抑えることができる。

40

【 0 0 5 2 】

また、液体 1 が膜部材 S P に対して親液性（親水性）である場合、液体 1 は基板 P（膜部材 S P）上で濡れ拡がりやすいので、液体回収機構 3 0 は基板 P（膜部材 S P）上の液体 1 を回収しづらくなる可能性がある。したがって、液体回収機構 3 0 は、その液体回収位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 より離れた位置に、すなわち、液体回収位置の投影光学系 P L の投影領域 A R 1 に対する距離を長くすることにより、液体回収機構 3 0 は液体 1 を円滑に回収できる。つまり、液体 1 が濡れ拡がりやすい場合には、液体供給位置

50

に対して離れた位置で液体回収することで、供給された液体 1 の流れの勢いが低減された状態で回収することになるため、膜部材 S P に対して親液性を有する液体 1 を回収する際には、液体供給位置と離れた位置、すなわち、投影領域 A R 1 と離れた位置に液体回収位置を設定することが好ましい。

【 0 0 5 3 】

また、制御装置 C O N T は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角に応じて、液体供給機構 1 0 の液体供給口 1 3 A、1 4 A の大きさ及び液体回収機構 3 0 の液体回収口の大きさ 3 1 A、3 2 A を調整することができる。

【 0 0 5 4 】

例えば、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が大きい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して撥液性（撥水性）を有していることになるので、基板 P に対して液体 1 は剥離を生じやすい。この場合、液体供給口 1 3 A、1 4 A を小さくすることにより、基板 P 上に供給される液体 1 の流れの勢いが増すため、剥離の発生を抑えることができる。液体供給口の大きさの調整は、図 3 を参照して説明したように、供給部材 1 3、1 4 のシャッタ部材 4 2 を移動すればよい。

【 0 0 5 5 】

また、液体 1 が膜部材 S P に対して撥液性（撥水性）である場合、上述したように、液体回収機構 3 0 は基板 P（膜部材 S P）上の液体 1 を比較的回収しやすい。したがって、液体回収機構 3 0 は、その液体回収口 3 1 A、3 2 A を小さくすることができる。液体回収口 3 1 A、3 2 A を小さくすることにより、液体 1 を回収する際に、空気を噛み込みにくくなるので、液体回収機構 3 0 は基板 P 上の液体 1 を円滑に回収することができる。

【 0 0 5 6 】

一方、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角が小さい場合、膜部材 S P は液体 1 に対して親液性（親水性）を有していることになるので、液体供給口 1 3 A、1 4 A を大きくして液体 1 を基板 P 上に供給しても円滑に液浸領域 A R 2 を形成することができる。

【 0 0 5 7 】

また、液体 1 が膜部材 S P に対して親液性（親水性）である場合、液体 1 は基板 P（膜部材 S P）上で濡れ拡がりやすいので、液体回収機構 3 0 は基板 P（膜部材 S P）上の液体 1 を回収しづらくなる可能性がある。そこで、液体回収口 3 1 A、3 2 A を大きくして、広い範囲で液体 1 を回収することで、基板 P 上の液体 1 を円滑に回収することができる。

【 0 0 5 8 】

以上説明したように、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角（親和性）に対応する最適な液浸条件（供給・回収量、供給・回収位置等）が予め求め、この最適な液浸条件に関する情報を記憶装置 M R Y に記憶しておくことにより、制御装置 C O N T は、入力装置 6 0 を介して入力された露光処理されるべき基板 P の膜部材 S P に関する情報（液体 1 に関する膜部材 S P の接触角情報）に基づいて、複数記憶されている液浸条件のなかから最適な液浸条件を選択して決定し、この選択した液浸条件に基づいて、上述したように、液体供給・回収量や、液体供給・回収位置を設定する。そして、制御装置 C O N T は、基板 P に対して液浸露光を行う。

【 0 0 5 9 】

液浸露光処理を行う際には、制御装置 C O N T は、基板搬送系を使って基板 P を基板ステージ P S T にロードした後、液体供給機構 1 0 を駆動して基板 P 上に対する液体供給動作を開始する。液浸領域 A R 2 を形成するために液体供給機構 1 0 の第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 のそれぞれから送出された液体 1 は、第 1、第 2 配管系 1 5、1 6 を流通した後、第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 を介して基板 P 上に供給され、投影光学系 P L と基板 P との間に液浸領域 A R 2 を形成する。第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 の供給口 1 3 A、1 4 A は投影領域 A R 1 の X 軸方向（走査方向）両側に配置されており、制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 の供給口 1 3 A、1 4 A より投影領域 A R 1 の両側で基板 P 上への液体 1 の供給を同時に行う。これにより、基板 P 上に供給された液体 1 は、少なくとも

も投影領域 A R 1 より広い範囲の液浸領域 A R 2 を基板 P 上に形成する。

【 0 0 6 0 】

本実施形態において、投影領域 A R 1 の走査方向両側から基板 P に対して液体 1 を供給する際、制御装置 C O N T は、液体供給機構 1 0 の第 1、第 2 液体供給部 1 1、1 2 の液体供給動作を制御し、走査方向に関して、投影領域 A R 1 の手前から供給する単位時間あたりの液体供給量を、その反対側で供給する液体供給量よりも多く設定する。例えば、基板 P を + X 方向に移動しつつ露光処理する場合、制御装置 C O N T は、投影領域 A R 1 に対して - X 側（すなわち供給口 1 3 A）からの液体量を、+ X 側（すなわち供給口 1 4 A）からの液体量より多くし、一方、基板 P を - X 方向に移動しつつ露光処理する場合、投影領域 A R 1 に対して + X 側からの液体量を、- X 側からの液体量より多くする。

10

【 0 0 6 1 】

また、制御装置 C O N T は、液体回収機構 3 0 の第 1、第 2 液体回収部 3 3、3 4 を制御し、液体供給機構 1 0 による液体 1 の供給動作と並行して、基板 P 上の液体回収動作を行う。これにより、第 1、第 2 供給部材 1 3、1 4 の供給口 1 3 A、1 4 A より投影領域 A R 1 に対して外側に流れる基板 P 上の液体 1 は、第 1、第 2 回収部材 3 3、3 4 の回収口 3 1 A、3 2 A より回収される。このように、液体回収機構 3 0 は、投影領域 A R 1 を取り囲むように設けられている回収口 3 1 A、3 2 A により基板 P 上の液体 1 の回収を行う。

【 0 0 6 2 】

ここで、制御装置 C O N T は、基板 P の移動条件も考慮して、液浸条件を選択して決定することができる。例えば、基板 P を移動しながら走査露光する場合、基板 P の膜部材 S P が液体 1 に対して親液性を有している場合には、液体 1 を走査方向一方側からのみ供給することによっても、液体 1 は基板 P 上で良好に濡れ拡がって、液浸領域 A R 2 を円滑に形成することができる。例えば、基板 P を + X 方向に移動しながら液浸露光する際、液体供給機構 1 0 は第 1 供給部材 1 3 から液体 1 を供給し、第 2 供給部材 1 4 からの液体供給を停止する、あるいは第 2 供給部材 1 4 からの液体供給量を第 1 供給部材 1 3 からの液体供給量より少なくするといったことができる。一方、基板 P の膜部材 S P が液体 1 に対して撥液性を有している場合には、液体 1 を走査方向両側から供給することで、液浸領域 A R 2 を円滑に形成することができる。

20

【 0 0 6 3 】

また、制御装置 C O N T は、基板 P の移動条件に応じて制御装置 C O N T は、基板 P の X 軸方向（走査方向）に関する速度又は加速度に応じて、液浸条件を決定する。例えば、基板 P の走査速度（あるいは加速度）が高速であれば、制御装置 C O N T は基板 P に対する液体供給量を増大するとともに、基板 P 上の液体回収力を増大する。一方、基板 P の走査速度（あるいは加速度）が比較的低速であれば、制御装置 C O N T は基板 P に対する液体供給量を減少し、基板 P 上の液体回収力を低減しても、液浸領域 A R 2 を円滑に形成することができる。

30

【 0 0 6 4 】

また、基板 P の走査速度（あるいは加速度）が高速化することにより、液体 1 の剥離が生じやすくなるので、液体供給機構 1 0 は、単位時間あたりの液体供給量を多くするとともに、その供給位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 より離れた位置に設定して液浸領域 A R 2 を大きくし、剥離の発生を抑えることができる。同様に、基板 P の走査速度（あるいは加速度）が高速化するに従い、基板 P 上の液体 1 を回収しづらくなるので、液体回収機構 3 0 による液体回収力を増大するとともに、この回収位置を投影光学系 P L の投影領域 A R 1 から離れた位置に設定して、液体 1 の流れの勢いが低減された位置で液体 1 を回収することで、液体 1 を円滑に回収することができる。

40

【 0 0 6 5 】

更に、制御装置 C O N T は、基板 P の走査方向（X 軸方向）及びステップ移動方向（Y 軸方向）を含む基板 P の移動方向に応じて、液浸条件を決定する。例えば、基板 P が Y 軸方向にステップ移動する際には、液体供給機構 1 0 による液体回収動作を停止、あるい

50

は走査露光時に比べて液体供給量を低減する。あるいは、制御装置CONTは、投影領域AR1を囲むように配置された複数の回収部材31、32のうち、投影領域AR1に対してY方向側にある回収部材31、32からの液体回収量を多くするといった制御が可能である。

【0066】

また、制御装置CONTは、膜部材SPに応じて、液浸条件の1つである液体供給口13A、14Aの形状や、液体回収口31A、32Aの形状を変えることもできる。上記実施形態では、シャッタ部材42を駆動することで供給口あるいは回収口を、幅の広いスリット形状（略正方形）と幅の狭いスリット形状（長方形）との間で変更可能であるが、例えば、膜部材SPに応じて、円形状や楕円形状、あるいは多角形状にする等、種々の形状を選択し、供給口及び回収口の形状を決定する。

10

【0067】

ところで、上述したように、本実施形態の露光装置EXは、第1の液体である純水と、第2の液体であるフッ素系オイルとを切り替えて基板P上に供給可能である。制御装置CONTは、露光処理されるべき基板Pの膜部材SPに応じて、基板P上に供給する液体1を変える。例えば、膜部材SPが、アミン系物質等の純水に溶けやすいものである場合、液浸露光用の液体1としてフッ素系オイルを使うことが好ましい。したがって、入力装置60を介して、膜部材SPに関する情報が入力されたら、制御装置CONTは、液体供給機構10を制御して、基板Pに供給する液体1を選択する。そして、制御装置CONTは、使用する液体1に応じて、液浸条件を決定する。

20

【0068】

記憶装置MRYには、この膜部材SPと液体（第2の液体）1との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係も記憶されている。制御装置CONTは、露光処理されるべき基板P（膜部材SP）に応じて、液体供給・回収量や液体供給・回収位置を含む液浸条件を決定する。

【0069】

なお前述の膜部材SPに応じて基板P上に供給する液体1を変更する場合には、膜部材SPとその膜部材SPに好適な液体種の組み合わせ並びにその組み合わせを用いる場合の液浸条件を記憶装置MRYに保存しておくことができる。こうすることで、露光装置のオペレータが膜部材SPを選定（入力）すれば、液体種を含めた液浸条件が自動的に決定されることになる。すなわち、液体種の選定は液浸条件の一つと見ることもできる。なお、膜部材SPとしては、フォトレジストの材料、製造主、品番などを記憶させておくことができる。

30

【0070】

また、基板P上に供給する液体1の材料特性によって液浸条件を変えてもよい。例えば、液体1が揮発しやすい液体である場合には、単位時間あたりの液体供給量を多くする。これにより、揮発しやすい液体1であっても、液浸領域AR2を円滑に形成できる。また、揮発しやすい液体1の場合、揮発することで基板P上より除去されるので、例えば液体回収力を低減することもできる。つまり、制御装置CONTは、基板P上に供給される液体1の材料特性のうち揮発性に応じて、液浸条件を調整することができる。

40

【0071】

また、基板P上に供給する液体1の粘性が高い場合には、例えば基板Pに対する基板ホルダによる基板保持力を大きくするといったように、制御装置CONTは、液体1の材料特性のうち粘性に応じて、液浸露光条件を調整することができる。つまり、液体1の粘性が高いと、走査露光した際に、液体1の粘性により基板Pが液体1に引っ張られる現象が生じる場合が考えられ、これにより露光中において基板ホルダに対して基板Pの位置がずれてしまう不都合が生じる可能性がある。したがって、制御装置CONTは、液体1の粘性に応じて、基板ホルダによる基板Pの保持力を調整する。具体的には、基板ホルダが真空吸着孔を介して基板Pを真空吸着保持する構成のものである場合には、制御装置CONTは基板Pに対する真空吸着力を増大する。一方、液体1の粘性が低い場合には、走査露

50

光中に基板 P の位置がずれる可能性が低くなるので、制御装置 C O N T は、基板 P の反りを考慮して基板 P に対する真空吸着力を低減するといった制御が可能である。

【 0 0 7 2 】

更に、液体 1 が変わることにより、液体 1 の比熱も変わるため、例えば露光光 E L の光量を調整したり、あるいは、液体 1 の温度変化に伴う液体 1 の屈折率変化を考慮して、基板 P のフォーカス位置及び傾斜を制御することができる。例えば、フォーカス検出系 4 によるフォーカス位置検出結果を補正するといったことができる。

【 0 0 7 3 】

また液体 1 と膜部材 S P との親和性（接触角）が変わることにより、液体 1 が基板 P に及ぼす圧力も変わるため、液体 1 が基板 P に及ぼす圧力変化も考慮して、基板 P のフォーカス位置及び傾斜を制御することもできる。

10

【 0 0 7 4 】

また、液体 1 を変更することにより、投影光学系 P L 及び液体 1 を介した像の結像特性が変化することが考えられる。この場合、制御装置 C O N T は、記憶装置 M R Y に予め記憶されている液体 1 の材料特性及び光学特性に基づいて、結像特性制御装置 3 を駆動することで、液体 1 が変更したことによる結像特性の変化を補正することができる。更に、制御装置 C O N T は、基板ステージ P S T の Z 軸方向の位置や θX 、 θY 方向の姿勢を調整することで液体 1 の変更に伴って変化した像面位置に基板 P の表面を合わせ込むこともできる。

【 0 0 7 5 】

記憶装置 M R Y に記憶されているマップデータは随時更新することができる。つまり、更に異なる種類の膜部材 S P を有する基板 P を露光するときや、新たな種類の液体 1 を使うときには、この新たな膜部材 S P や液体 1 について例えば実験を行って前記マップデータを作成し、記憶装置 M R Y に記憶されているマップデータを更新すればよい。また、マップデータの更新は、例えばインターネットを含む通信装置を介して、露光装置 E X （記憶装置 M R Y ）に対して遠隔地より行うことも可能である。

20

【 0 0 7 6 】

なお、上述の実施形態においては、液体供給機構 1 0 は、膜部材 S P に応じて 2 種類の液体を供給可能であるが、1 種類の液体だけを供給する構成であってもよいし、3 種類以上の液体を供給できるようにしてもよい。

30

【 0 0 7 7 】

また上述の実施形態においては、膜部材 S P と液体 1 との親和性と、その親和性に対応する液浸条件との関係を記憶装置 M R Y に記憶しているが、使用する膜部材 S P の種類及び使用する液体 1 の種類が予めわかっている場合には、膜部材 S P と液浸条件との関係を記憶装置 M R Y に記憶しておき、オペレータなどによって選択（入力）された膜部材 S P の情報から直ちに液浸条件が決定されるようにしてもよい。

【 0 0 7 8 】

また、上記実施形態においては、膜部材 S P と液体 1 との接触角（親和性）に応じて液浸条件を決定する場合に、基板 P の移動条件（例えば、走査露光における基板 P の速度又は加速度又はその両方）も考慮するようにしているが、膜部材 S P と液体 1 との接触角（親和性）に基づいて、基板 P の移動条件（例えば、走査露光における基板 P の速度又は加速度又はその両方）を決定するようにしてもよい。例えば、膜部材 S P の液体 1 に対する親和性が比較的高い場合には、走査露光における基板 P の速度や加速度を大きくする。膜部材 S P と液体 1 との親和性が比較的高い場合には、液体 1 が基板 P 上で濡れ拡がりやすいため、基板 P の速度や加速度を大きくしても液浸領域 A R 2 を円滑に形成することができる。逆に、膜部材 S P の液体 1 に対する親和性が比較的低い場合には、走査露光における基板 P の速度や加速度を小さくする。膜部材 S P の液体 1 に対する親和性が比較的低い場合には、液体 1 が基板 P 上で濡れ拡がりにくいため、基板 P の速度や加速度を大きくしすぎると液体 1 の剥離などが生じて、投影光学系 P L と基板 P との間を液体 1 で十分に満たせない可能性があるからである。

40

50

【 0 0 7 9 】

また、膜部材 S P に応じて決定された液浸条件に基づいて基板 P の移動条件を決定することもできる。例えば、膜部材 S P に応じて決定された液体回収機構 3 0 の液体回収力が小さい場合には、基板 P の走査速度や加速を小さくすることによって、液体 1 の剥離や漏洩を防止することができる。

【 0 0 8 0 】

また、上記実施形態では、膜部材 S P と液体 1 との接触角（親和性）を予め実験等により求めておき、この求めた接触角に対応する液浸条件を記憶装置 M R Y に記憶しておく構成であるが、露光処理前に、基板 P 上の液体接触面に形成される膜部材 S P と液体 1 との親和性を、露光装置 E X に設けられた計測装置で計測し、この計測結果に基づいて液浸条件を決定するようにしてもよい。

【 0 0 8 1 】

図 6 は、膜部材 S P と液体 1 との親和性を計測する計測装置（計測手段）7 0 を示す模式図である。本実施形態において、計測装置 7 0 は基板 P の搬送経路上に設けられている。図 6（a）において、計測装置 7 0 は、基板搬送系の一部を構成するロード用ハンド 7 1 に保持されている基板 P 表面に液体 1 の液滴を滴下可能な滴下部 7 2 と、液体 1 の液滴を検知可能な検知部 7 3 とを備えている。ロード用ハンド 7 1 は露光処理されるべき基板 P を基板ステージ P S T にロードする。ロード用ハンド 7 1 は、ロード用ハンド 7 1 を軸方向に回転する回転駆動部 7 4 により、基板 P を保持した状態で回転可能となっている。この回転駆動部 7 4 の駆動は制御装置 C O N T に制御される。また検知部 7 3 は、液滴の検知信号を制御装置 C O N T に出力する。

【 0 0 8 2 】

膜部材 S P と液体 1 との親和性（接触角）を計測する際には、ロード用ハンド 7 1 が基板 P を水平に保持した状態で、この基板 P の膜部材 S P に対して滴下部 7 2 より液体 1 の液滴が滴下される。液体 1 の液滴が基板 P の膜部材 S P 上に配置されたら、ロード用ハンド 7 1 を図 6 中の矢印 r で示す方向に回転することによって、保持した基板 P を傾斜させる。基板 P を傾斜させるにしたがって、図 6（b）に示すように、液体 1 が基板 P（膜部材 S P）表面から転がるように落下する。落下した液体 1 は検知部 7 3 に検知される。検知部 7 3 の検知信号は制御装置 C O N T に出力され、制御装置 C O N T は、このときの基板 P の傾斜角度（転落角） θ を、回転駆動部 7 4 の駆動量より求める。転落角 θ は、基板 P を水平面に対して傾けたときに基板 P の膜部材 S P 表面の液体 1 の液滴が転がり落ちる角度である。この転落角 θ は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角に対応する。例えば、転落角 θ が小さい場合には、膜部材 S P は液体 1 に対して撥液性であって、接触角は大きい。したがって、この転落角 θ を求めることにより、制御装置 C O N T は、膜部材 S P に対する液体 1 の接触角を求めることができる。制御装置 C O N T は、計測装置 7 0 で計測した接触角に基づいて液浸条件を設定し、ロード用ハンド 7 1 で基板ステージ P S T 上にロードされた基板 P に対して液浸露光を行う。

【 0 0 8 3 】

なお、本実施形態では、図 3 を参照して説明したように、供給部材 1 3、1 4 及び回収部材 3 1、3 2 のそれぞれにスライド機構を設け、スライド機構を駆動することで液体供給位置及び液体回収位置の変更を行っているが、図 7 に示すように、供給部材及び回収部材の一部をフレキシブルチューブ 8 0 で構成し、このチューブ 8 0 を曲げることで、図 7（a）、（b）に示すように、その供給位置及び回収位置を変更するようにしてもよい。

【 0 0 8 4 】

なお、上記実施形態における露光装置 E X は、液体 1 として純水とフッ素系オイルとを切り替えて使用可能であるが、純水は、半導体製造工場等で容易に大量に入手できるとともに、基板 P 上のフォトリソストや光学素子（レンズ）等に対する悪影響がない利点がある。また、純水は環境に対する悪影響がないとともに、不純物の含有量が極めて低いため、基板 P の表面、及び投影光学系 P L の先端面に設けられている光学素子の表面を洗浄する作用も期待できる。

【 0 0 8 5 】

そして、波長が193nm程度の露光光ELに対する純水（水）の屈折率nはほぼ1.44であるため、露光光ELの光源としてArFエキシマレーザ光（波長193nm）を用いた場合、基板P上では $1/n$ 、すなわち約134nmに短波長化されて高い解像度が得られる。更に、焦点深度は空気中に比べて約n倍、すなわち約1.44倍に拡大されるため、空気中で使用する場合と同程度の焦点深度が確保できればよい場合には、投影光学系PLの開口数をより増加させることができ、この点でも解像度が向上する。

【 0 0 8 6 】

本実施形態では、投影光学系PLの先端に光学素子2が取り付けられており、このレンズにより投影光学系PLの光学特性、例えば収差（球面収差、コマ収差等）の調整を行うことができる。なお、投影光学系PLの先端に取り付ける光学素子としては、投影光学系PLの光学特性の調整に用いる光学プレートであってもよい。あるいは露光光ELを透過可能な平行平板であってもよい。

10

【 0 0 8 7 】

液体1と接触する光学素子を、レンズより安価な平行平板とすることにより、露光装置EXの運搬、組立、調整時等において投影光学系PLの透過率、基板P上での露光光ELの照度、及び照度分布の均一性を低下させる物質（例えばシリコン系有機物等）がその平行平板に付着しても、液体1を供給する直前にその平行平板を交換するだけでよく、液体1と接触する光学素子をレンズとする場合に比べてその交換コストが低くなるという利点がある。即ち、露光光ELの照射によりレジストから発生する飛散粒子、または液体1中の不純物の付着などに起因して液体1に接触する光学素子の表面が汚れるため、その光学素子を定期的に交換する必要があるが、この光学素子を安価な平行平板とすることにより、レンズに比べて交換部品のコストが低く、且つ交換に要する時間を短くすることができ、メンテナンスコスト（ランニングコスト）の上昇やスループットの低下を抑えることができる。

20

【 0 0 8 8 】

なお、液体1の流れによって生じる投影光学系PLの先端の光学素子と基板Pとの間の圧力が大きい場合には、その光学素子を交換可能とするのではなく、その圧力によって光学素子が動かないように堅固に固定してもよい。

【 0 0 8 9 】

なお、本実施形態では、投影光学系PLと基板P表面との間は液体1で満たされている構成であるが、例えば基板Pの表面に平行平板からなるカバーガラスを取り付けた状態で液体1を満たす構成であってもよい。

30

【 0 0 9 0 】

一方、例えば、露光光ELの光源がF₂レーザである場合、このF₂レーザ光は水を透過しないので、液体1としてはF₂レーザ光を透過可能な上記フッ素系オイル等のフッ素系流体であることが好ましい。この場合、液体1と接触する部分には、例えばフッ素を含む極性の小さい分子構造の物質で薄膜を形成することで親液化処理する。また、液体1としては、その他にも、露光光ELに対する透過性があるだけ屈折率が高く、投影光学系PLや基板P表面に塗布されているフォトレジストに対して安定なもの（例えばセダー油）を用いることも可能である。この場合も表面処理は用いる液体1の極性に応じて行われる。

40

【 0 0 9 1 】

なお、上記各実施形態の基板Pとしては、半導体デバイス製造用の半導体ウエハのみならず、ディスプレイデバイス用のガラス基板や、薄膜磁気ヘッド用のセラミックウエハ、あるいは露光装置で用いられるマスクまたはレチクルの原版（合成石英、シリコンウエハ）等が適用される。

【 0 0 9 2 】

露光装置EXとしては、マスクMと基板Pとを同期移動してマスクMのパターンを走査露光するステップ・アンド・スキャン方式の走査型露光装置（スキヤニングステッパ）の

50

他に、マスク M と基板 P とを静止した状態でマスク M のパターンを一括露光し、基板 P を順次ステップ移動させるステップ・アンド・リピート方式の投影露光装置（ステッパ）にも適用することができる。また、本発明は基板 P 上で少なくとも 2 つのパターンを部分的に重ねて転写するステップ・アンド・スティッチ方式の露光装置にも適用できる。

【 0 0 9 3 】

また、本発明は、特開平 1 0 - 1 6 3 0 9 9 号公報、特開平 1 0 - 2 1 4 7 8 3 号公報、特表 2 0 0 0 - 5 0 5 9 5 8 号公報などに開示されているツインステージ型の露光装置にも適用できる。

【 0 0 9 4 】

露光装置 E X の種類としては、基板 P に半導体素子パターンを露光する半導体素子製造用の露光装置に限られず、液晶表示素子製造用又はディスプレイ製造用の露光装置や、薄膜磁気ヘッド、撮像素子（CCD）あるいはレチクル又はマスクなどを製造するための露光装置などにも広く適用できる。

【 0 0 9 5 】

基板ステージ P S T やマスクステージ M S T にリニアモータ（USP5,623,853またはUSP5,528,118参照）を用いる場合は、エアベアリングを用いたエア浮上型およびローレンツ力またはリアクタンス力を用いた磁気浮上型のどちらを用いてもよい。また、各ステージ P S T、M S T は、ガイドに沿って移動するタイプでもよく、ガイドを設けないガイドレスタイプであってもよい。

【 0 0 9 6 】

各ステージ P S T、M S T の駆動機構としては、二次元に磁石を配置した磁石ユニットと、二次元にコイルを配置した電機子ユニットとを対向させ電磁力により各ステージ P S T、M S T を駆動する平面モータを用いてもよい。この場合、磁石ユニットと電機子ユニットとのいずれか一方をステージ P S T、M S T に接続し、磁石ユニットと電機子ユニットとの他方をステージ P S T、M S T の移動面側に設ければよい。

【 0 0 9 7 】

基板ステージ P S T の移動により発生する反力は、投影光学系 P L に伝わらないように、特開平 8 - 1 6 6 4 7 5 号公報（USP5,528,118）に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。

【 0 0 9 8 】

マスクステージ M S T の移動により発生する反力は、投影光学系 P L に伝わらないように、特開平 8 - 3 3 0 2 2 4 号公報（US S/N 08/416,558）に記載されているように、フレーム部材を用いて機械的に床（大地）に逃がしてもよい。

【 0 0 9 9 】

以上のように、本願実施形態の露光装置 E X は、本願特許請求の範囲に挙げられた各構成要素を含む各種サブシステムを、所定の機械的精度、電気的精度、光学的精度を保つように、組み立てることで製造される。これら各種精度を確保するために、この組み立ての前後には、各種光学系については光学的精度を達成するための調整、各種機械系については機械的精度を達成するための調整、各種電気系については電気的精度を達成するための調整が行われる。各種サブシステムから露光装置への組み立て工程は、各種サブシステム相互の、機械的接続、電気回路の配線接続、気圧回路の配管接続等が含まれる。この各種サブシステムから露光装置への組み立て工程の前に、各サブシステム個々の組み立て工程があることはいうまでもない。各種サブシステムの露光装置への組み立て工程が終了したら、総合調整が行われ、露光装置全体としての各種精度が確保される。なお、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルームで行うことが望ましい。

【 0 1 0 0 】

半導体デバイス等のマイクロデバイスは、図 8 に示すように、マイクロデバイスの機能・性能設計を行うステップ 2 0 1、この設計ステップに基づいたマスク（レチクル）を製作するステップ 2 0 2、デバイスの基材である基板を製造するステップ 2 0 3、前述した実施形態の露光装置 E X によりマスクのパターンを基板に露光する露光処理ステップ 2 0

10

20

30

40

50

4、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）205、検査ステップ206等を経て製造される。

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図1】本発明の露光装置の一実施形態を示す概略構成図である。

【図2】本発明の実施形態における液体供給機構及び液体回収機構の配置例を示す平面図である。

【図3】供給部材及び回収部材の一実施形態を示す断面図である。

【図4】液体供給位置及び液体回収位置が変化する様子を説明するための模式図である。

【図5】本発明の実施形態における制御系の一例を示すブロック図である。

10

【図6】計測手段の一実施形態を示す概略構成図である。

【図7】供給部材及び回収部材の一実施形態を示す断面図である。

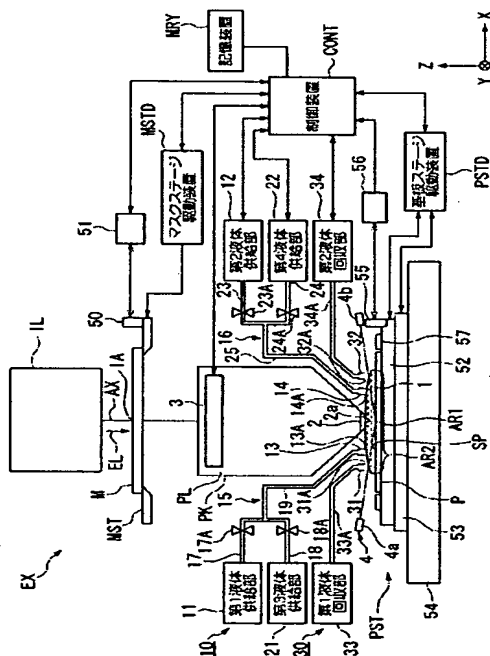
【図8】本発明の実施形態における半導体デバイスの製造工程の一例を示すフローチャート図である。

【符号の説明】

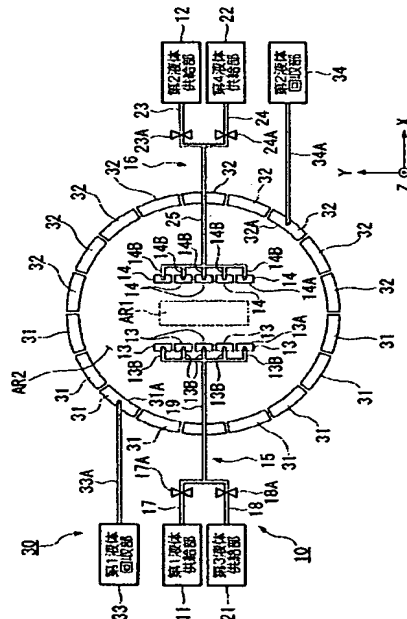
【0102】

1…液体、10…液体供給機構、13A、14A…供給口（供給位置）、15、16…配管系、30…液体回収機構、31A、32A…回収口（回収位置）、70…計測装置（計測手段）、AR1…投影領域、AR2…液浸領域、CONT…制御装置、EX…露光装置、MRY…記憶装置、P…基板、PL…投影光学系、SP…膜部材

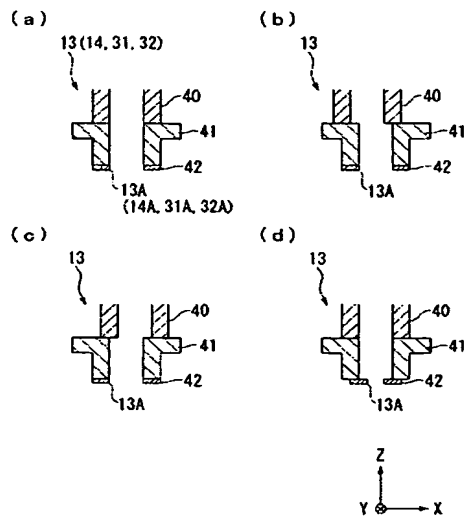
【図1】



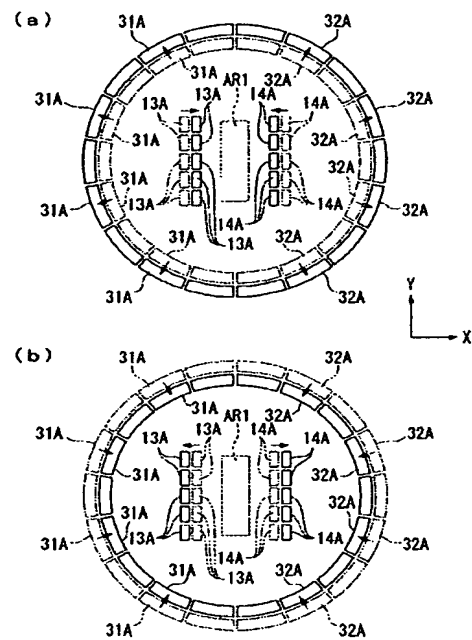
【図2】



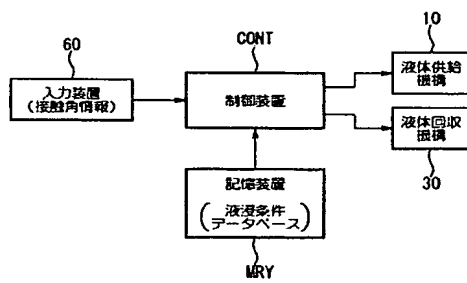
【 図 3 】



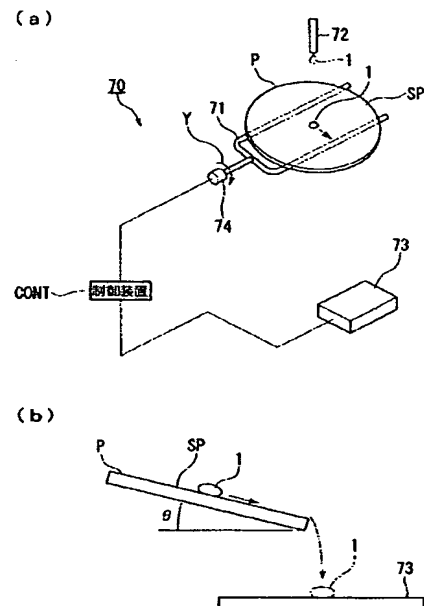
【圖 4】



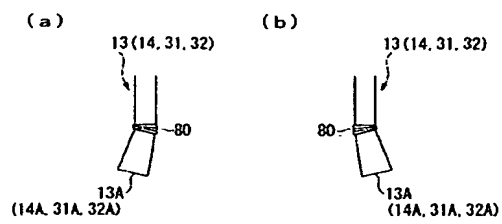
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】

